

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Antonela Žile

Mrežni zooplankton Župskog zaljeva (JI Jadransko
more) tijekom zimsko-proljetnog razdoblja

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2017.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Antonela Žile

Mrežni zooplankton Župskog zaljeva (JI Jadransko
more) tijekom zimsko-proljetnog razdoblja

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Josip Mikuš

Dubrovnik, rujan 2017.

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Josipa Mikuša, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

Za izradbu rada korišteni su uzorci prikupljeni u sklopu projekta „Izrada elaborata – Određivanje nultog stanja i monitoring Župskog zaljeva – područje Plata“, nositeljice projekta doc. dr. sc. Marijane Pećarević, sufinanciranog od strane HEP Proizvodnja d.o.o., Ulica grada Vukovara 37, 10000 Zagreb za Sektor za hidroelektrane, POGON HE DUBROVNIK.

SAŽETAK

Zooplanktonski uzorci prikupljeni su vertikalnim potezima mrežom gustoće tkanja 125 μm na tri postaje u Župskom zaljevu u razdoblju od siječnja do svibnja 2017. Najveća gustoća ukupne populacije zooplanktona zabilježena je u siječnju na postaji P2, a iznosila je 2436 jed. m^{-3} . Kopepodi su bili dominantna skupina u svim uzorcima tijekom istraživanih razdoblja. Ukupni udio kopepoda u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosio je 73 %. Najbrojniji red kopepoda bili su kalanoidi. Njihov udio u ukupnoj populaciji kopepoda iznosio je 59 %. Od ostalih zooplanktonskih skupina, isticale su se ličinke ehinodermata i ličinke poliheta. Najveća količina ličinki bivalvia zabilježena je u svibnju, a ličinki poliheta u siječnju. Holoplankton je dominirao u svim uzorcima tijekom istraživanih razdoblja, s udjelom od 78 %. U ukupnoj populaciji zooplanktona Meroplankton je bio manje brojna skupina planktonata. Gustoća meroplanktona povećala se u proljeće i to s povećanjem broja ličinki bivalvia, ehinodermata i poliheta.

Ključne riječi: Župski zaljev / mrežni zooplankton / meroplankton / holoplankton / raznolikost vrsta

SUMMARY

Zooplankton was sampled with 125- μm mesh size planktonic net at three stations located in Bay of Župa dubrovačka from January to May 2017. Highest densities of total zooplankton population were recorded in January at station P2 (2436 ind. m^{-3}). Copepods were the most numerous and dominant group in all samples during this research. The total particle size of copepods in the total population of zooplankton was 73 %. The most numerous order of copepods were calanoids participated with 59 % in the total abundance of all copepods. Among the other groups of zooplankton, shellfish larvae and polychaeta larvae were recorded in higher values. The highest quantity of shellfish larvae was recorded in May 2017 and highest quantity of polychaeta larvae in January 2017. Holoplankton dominated in all samples of total zooplankton population. Holoplankton composed 78 % of the total zooplankton abundance. The meroplankton density increased in spring with increase of the abundance of shellfish larvae, polychaeta larvae and echinoderm larvae.

Keywords: Bay of Župa dubrovačka / net zooplankton / holoplankton / meroplankton / species diversity

SADRŽAJ

1. UVOD	3
1.1. Općenito o planktonu.....	3
1.2. Važnije zooplanktonske skupine	4
1.2.1. Cnidaria	4
1.2.2. Hydrozoa	5
1.2.3. Siphonophora	5
1.2.4. Bivalvia	6
1.2.5. Gastropoda	6
1.2.6. Polychaeta	7
1.2.7. Cladocera.....	8
1.2.8. Chaetognatha.....	8
1.2.9. Copepoda.....	9
1.2.10. Tunicata	10
1.2.11. Appendicularia.....	11
1.2.12. Salpida	11
1.2.13. Echinodermata	12
1.2.14. Decapoda	12
1.2.15. Ostracoda	13
1.2.16. Euphausiacea	13
1.3. Cilj istraživanja.....	14
2. MATERIJALI I METODE	15
2.1. Područje istraživanja.....	15
2.2. Uzorkovanje.....	17
2.3. Obrada uzoraka i rezultata	17
3. REZULTATI.....	18
3.1. Temperatura.....	18
3.1.1. Siječanj 2017.....	18
3.1.2. Veljača 2017.....	18
3.1.3. Ožujak 2017.	19
3.1.4. Travanj 2017	19
3.1.5. Svibanj 2017.....	19
3.2. Slanost	19

3.2.1.	Siječanj 2017.....	19
3.2.2.	Veljača 2017.....	20
3.2.3.	Ožujak 2017.	20
3.2.4.	Travanj 2017.	20
3.2.5.	Svibanj 2017.....	20
3.3.	Gustoća populacija zooplanktona	22
3.3.1.	Copepoda.....	23
3.3.2.	Ličinke meroplanktonskih skupina	29
3.3.3.	Ostale skupine	32
3.4.	Struktura zooplanktonskih populacija	35
3.4.1.	Odnos holoplanktona i meroplanktona	38
4.	RASPRAVA.....	41
5.	ZAKLJUČAK	44
6.	LITERATURA:.....	45

1. UVOD

1.1. Općenito o planktonu

Plankton je skupina različitih organizama koji žive u vodenom stupcu nošena morskim strujama (Lalli i Parsons, 1993). Plankton je glavni izvor hrane ribama i kitovima. Planktonu pripadaju bakterije, alge, protozoa te ostali plutajući, strujom nošeni organizmi koji nastanjuju vodeni stupac mora, oceana i i slatkih voda. Riječ *plankton* dolazi od grčke riječi *planktos* što znači tamaralo, skitnica, onaj koji pluta. Naziv plankton primjenjuje se za opisivanje pasivno plutajućih organizama, biljnih (fitoplanktona) i životinjskih (zooplanktona), u vodenim ekosustavima (Graemea i sur., 2005). Plankton nije neovisan o morskim stujama, nesposoban je samostalno se kretati. Planktonski organizmi veličinski znatno variraju, od nekoliko mikrona, poput virusa i bakterija pa do meduza koje imaju masu od nekoliko desetaka kilograma (Graemea i sur., 2005).

Plankton se veličinski dijeli na makroplankton (5 - 500 mm), mezoplankton (0,5 - 5 mm), mikroplankton (50 - 500 μm) i nanoplankton (5 do 50 μm). Ovisno o dubinskoj rasprostranjenosti, dijelimo ga na epiplankton ili fitoplankton koji se nalazi do dubine prodora svjetlosti, tj. od 20 do 200 m, i gdje dominiraju fotosintetske alge, te na batiplankton koji je rasprostranjen na dubinama ispod 200 m, a sastoji se isključivo od zooplanktonata.

Planktonski organizmi međusobno se razlikuju i po vremenu provedenom u planktonskom stadiju. Dije se na holoplankton i meroplankton. Holoplanktonski organizmi provode cijeli život u planktonskom stadiju, poput nekih rebraša i crijevnjaka, dok meroplanktonski organizmi borave u planktonu samo tijekom određenih faza životnog ciklusa, poput ličinki bodljikaša, rakova, plaštenjaka, jaja riba.

Fitoplankton čine jednostanične alge. U morskom planktonu najvažniji predstavnici fitoplanktona su kremenjašice (Bacillariophyta ili Diatomeae), svijetleći bičaši (Pyrrophyta ili Dinoflagellatae) i kokolitoforidi (Coccolithineae). Fitoplankton je osnovna karika hranidbenog lanca vodenih ekosustava. Fitoplanktoni fotosintetski proizvode 95 % ukupne primarne organske tvari (Kierster i sur., 2012) i predstavljaju glavni izvor hrane mnogim zooplanktonskim organizmima, poput rakova veslonožaca, i nekim ribama.

Zooplankton obuhvaća mnoge životinjske skupine, trepetljikaše (Ciliata), bičaaše (Flagellata), zrakaše (Radiolaria), neke vrste krednjaka (Foraminifera), spužve (Porifera), neke od razvojnih stadija mahovnjaka (Bryozoa), žarnjake (Cnidaria), odrasle oblike rebraša (Ctenophora), niže rakove (Entomostraca). Od mekušaca (Mollusca) samo su puževi u planktonskom stadiju. Planktonski račići veslonošci (Copepoda) važna su hrana ribama, a svjetlari (Euphysiacea) glavna su hrana kitovima. Plankton je važan za formiranje geoloških formacija jer ugibajući stvara talog na dnu oceana i mora (dijatomejski mulj i radiolarijski mulj) (www.enciklopedija.hr).

1.2. Važnije zooplanktonske skupine

1.2.1. Cnidaria

Cnidaria, žarnjaci, su koljeno koje obuhvaća više od 10.000 životinjskih vrsta koje žive u vodenom slatkovodnom ili morskom okolišu. Morske vrste prevladavaju u ukupnom broju opisanih vrsta (Zhang, 2011). Poznati su po svojim specijaliziranim žarnim stanicama, knidocistama, kojima love plijen. Žarne stanice se nalaze na lovkama poput vijenca oko usnog otvora i sadrže žarne kapsule, knide (Hinde, 1998). U žarnoj kapsuli nalazi se otrov i žarna nit koja se na podražaj izbacuje iz kapsule i paralizira ili ubija žrtvu. Tijelo knidarija građeno je od mezogleje, tvari slične želeu, koja se nalazi između dva sloja epitela. Knidariji imaju dva osnovna oblika tijela, meduza i polip. Oba oblika su radijalno simetrična i imaju usta okružena tentakulima sa žarnim stanicama, knidocitama. Pojedine vrste mogu formirati kolonije. Slobodno plivajuće vrste Cubozoa i Scyphozoa imaju statociste za ravnotežu, a neke imaju čak i jednostavne oči.

Knidariji se razmnožavaju spolno i nespolno. Za nespolno razmnožavanje je karakteristično pupanje, dok je obilježje spolnog razmnožavanja izmjena generacija. To znači da se izmjenjuje generacija koja se razmnožava nespolno s generacijom koja se razmnožava spolno. Ovakva vrste izmjene generacije zove se metageneza (Hinde, 1998). Postoje tri vrste

nespolnog razmnožavanja i to: pupanje, strobilacija te odvajanje meduze od donjeg kraja polipa nakon koje slijedi cjelokupna metamorfoza polipa u meduzu.

Meduze se pokreću mlaznim pogonom na način da mišići kontakcijama unutar ruba zvona istiskuju vodu u gastrularni prostor (Ruppert i sur., 2004).

1.2.2. Hydrozoa

Hydrozoa, obrubnjaci, razred iz koljena Cnidaria, vrlo su male grabežljive životinje, predatori koji najvećim dijelom žive u morskoj vodi. Pripadnici ovog razreda mogu biti solitarne jedinke i kolonijalne. Kolonije kolonijalnih vrsta mogu biti velike, u nekim slučajevima pojedinačne specijalizirane životinje iz kolonije ne mogu preživjeti izvan nje (Bouillon i sur., 2006). Nekoliko rodova iz ovog razreda živi u slatkoj vodi. Hidrozoe se povezuje s meduzama i koraljima te pripada koljenu Cnidaria (žarnjaci).

Hidrozoi su manje od tipičnih meduza, uglavnom su veličine od 0,5 do 6 cm. Iako većina hidrozoe ima fazu meduza, to nije uvijek slobodno živući oblik. U mnogih vrsta postoji samo kao spolno reprodukcijski pupoljak na površini hidroidne kolonije. Ponekad ti meduzni pupoljci mogu biti tako degenerirani da u potpunosti nedostaju ticala ili usta, pa se u osnovi sastoje od izoliranih gonada (Barnes, 1982).

Tijelo im se sastoji od kupolastog „kišobrana“ okruženog lancetama. Cijevna struktura visi sa središta „kišobrana“ i uključuje usta na vrhu. Većina meduza ima samo četiri tentakula iako postoji nekoliko iznimaka. Otrovne stanice nalaze se na tentakulima i oko usta (Barnes, 1982).

1.2.3. Siphonophora

Siphonophorae su red Hydrozoa. Sifonofora se može pojaviti kao jedan organizam, međutim svaki primjerak je zapravo kolonijalni organizam sastavljen od malih individualnih jedinki zvanih zoid, koji imaju svoju posebnu funkciju za preživljavanje. Većina kolonija su duge, tanke, prozirne i pelagične (Dunn, 2005). Za sifonoforama postoji veoma veliki znanstveni interes jer se sastoji od meduzoidnih i polipoidnih zoida koji su morfološki i

funkcionalno specijalizirani. Svaki zoid je individualni organizam, ali zbog njegove jake integracije s drugima, kolonija postiže funkciju većeg organizma. Zapravo, većina zoida toliko je specijalizirana da im nedostaje sposobnost preživljavanja kao odvojene jedinice. Ovo je nešto analogno izgradnji i funkciji višestaničnih organizama jer višestanični organizmi imaju organe koji su poput zoida specijalizirani i međusobno ovisni, a sifonofora može dati tragove koji se tiču evolucije složenijih tijela (Dunn, 2005).

1.2.4. Bivalvia

Naziv *bivalvia* dolazi od latinske riječi *bis* što znači dva, i *valvae* što znači dupla vrata. Ne klasificiraju se sve životinje s dva zglobna dijela u razred Bivalvia. Neke životinje s dvije ljuštore pripadaju razredu Gastropoda (mali morski puževi porodice Juliidae), razredu Branchiopoda (Webb, 1979) ili razredu Ostracoda. Bivalvai, školjkaši, iz koljena Mollusca, obično se razvijaju iz jaja koja zadržavaju u šupljini plašta ili odlaganjem na neku površinu. Postoje razlike između skupina i vrsta unutar ovog razreda u razvojnog procesu. U nekih vrsta planktonska ličinačka faza trohofore izlazi izravno iz jaja. Tipična trohofora je mala, a usta su neposredno ispod ekvatorijalnog prstena cilija. Mahanjem cilija se vrte dok prolaze kroz vodu. Trohofora je relativno kratkotrajan stadij, obično jedan dan, te se razvija u veliger ličinku (Buckland- Nicks i sur., 2002). Veliger ličinka karakteristično posjeduje ljusku i gusti velum sastavljen od cilijata od promjenjivog broja režnjeva. Lobovi služe za kretanje, hranjenje ili disanje, a mogu se povući i u zaštitnu ljusku. Vrijeme koje veliger ličinka provodi u planktonskom stadiju varira od vrste do vrste, može trajati od nekoliko sati pa do više od godinu dana (Honkoop i sur., 1999).

1.2.5. Gastropoda

Gastropoda, puževi, čine najbrojniji, najrasprostranjeniji i najrazvijeniji razred koljena Mollusca sa 65.000 - 80.000 vrsta (Boucher, 2005). Gastropodi uključuju puževe razno veličina, od mikroskopski malenih vrsta do onih velikih i po nekoliko desetaka centimetara. Postoji nekoliko tisuća poznatih vrsta puževa koji uključuju i kopnene i vodene vrste (morske i slatkovodne). Pripadnici ovog razreda odlikuju se raznolikošću svojih staništa,

nalazimo ih u šumama, planinama, pustinjama, velikim rijekama i jezerima, estuarijima, u oceanima, oko hidrotermalnih izvora te u brojnim drugim nišama (Boucher, 2005).

Glavno obilježje gastropoda je asimetrično tijelo, koje podrazumijeva asimetriju glavnih organa kod odraslih jedinki, a simetrično tijelo kod ličinki. Mogu biti razdvojenog spola, ali su pretežno dvospolci. Razmnožavaju se jajima. Iz jaja kopnenih gastropoda odmah se razvija potpuno oblikovana jedinka, nalik odrasloj, a iz jaja morskih gastropoda izlazi ličinka iz koje se kasnije metamorfozom oblikuje odrasla jedinka. Postoje i vrste koje rađaju žive mlade. Gastropodi se dijele u tri skupine, tri podrazreda, i to prema položaju i tipu škrge: na prednjoškržnjake, koji su ujedno i najprimitivniji podrazred jer se škrge nalaze ispred srca, zatim na stražnjoškržnjake i plućnjake. Osim prema položaju škrge, gastropodi se dijele i prema obliku trenice. Neke od poznatijih morskih vrsta su: priljepak (*Patella* sp.), Petrovo uho (*Haliotis* sp.), zvrk (*Trachus* sp.), kauri (*Cypraea moneta* sp.), bačvaš (*Dolium galea*) i volak (*Murex* sp.). Među poznatijim rodovima su morski zekani (*Aplysia*) i krilonošci (*Pteropoda*).

1.2.6. Polychaeta

Razred Polychaeta, mnogočetinaši, čine robusni i široko rasprostranjeni organizmi, a sastoji se od vrsta koje žive u najhladnijim djelovima oceana, na najnižim temperaturama, i vrsta koje podnose iznimno visoke temperature, u blizini hidrotermalnih izvora. Mnogočetinaši se nalaze na svim dubinama oceana. Skupina se sastoji od planktonskih oblika koji žive blizu same površine, velikih i do nekoliko centimetara. Samo 168 vrsta, a to je oko 2 % ukupnog broja vrsta mnogočetinaša, poznato je iz slatke vode (Glasby i Tarmo, 2008). Mnogočetinaši su segmentirani crvi, općenito manji od 10 cm. Svaki segment nosi visoko vaskularizirane parapodije koje koriste za pokretanje, a u mnogih vrsta služe i kao primarni dišni organi. Iz parapodija izlaze paketi čekinja, takozvane sete (Barnes, 1982).

Najopćenitiji mnogočetinaši su oni koji puze po morskom dnu, dok se složeniji prilagođavaju različitim ekološkim nišama poput pelagičkog života, komenzalizma ili parazitizma koji zahtijevaju različite modifikacije njihovih tijela (Glasby i Tarmo, 2008).

Mnogočetinaši imaju važnu ulogu u sekundarnoj produkciji bentosa, izvor su hrane brojnim komercijalno značajnim vrstama riba te višim beskralježnjacima (Amaral i sur., 1994).

Skoro svi mnogočetinaši su razdvojenog spola, najprimitivnije vrste imaju par gonada u svakom segmentu tijela, međutim većina vrsta ove skupine pokazuje određeni stupanj specijalizacije. Gonade otpuštaju nezrele gamete u tjelesnu šupljinu gdje se dovršava njihovo sazrijevanje. Zatim se zrele gamete otpuštaju u okolnu vodu putem kanala ili otvora koji se razlikuju između vrsta ili se u nekim slučajevima otpušta samim puknućem tjelesnih zidova nakon kojeg slijedi smrt jedinke. Nekoliko vrsta se razmnožava kopulacijom (Barnes, 1982).

1.2.7. Cladocera

Red Cladocera, rašljoticalci, uključuje razred Branchiopoda. Opisano je oko 620 vrsta (Forró i sur., 2008). Sam rod *Daphnia* ima oko 150 vrsta (Decaestecker i sur., 2009). Većina kladocera su slatkovodne, a samo osam vrsta su morske (Denton, 2007). Sve morske vrste pripadaju porodici Podonidae, osim roda *Penilia*. U životnom ciklusu rašljoticalaca dominira nesporno razmnožavanje sa samo povremenim razdobljima spolnog razmnožavanja. Takav način razmnožavanja poznat je kao ciklična partenogeneza. Ovaj način razmnožavanja nastao je u Permu, geološkom razdoblju u kojemu se i pojavljuju kladocere (Decaestecker i sur., 2009). U povoljnim uvjetima, partenogenezom se proizvode samo ženski klonovi, pogoršanjem okolišnih uvjeta, počinju se stvarati mužjaci te se javlja spolna reprodukcija. To rezultira proizvodnjom dugotrajno latentnih jaja. Ova efipijska jaja prenose se vjetrom i strujama te se u povoljnim uvjetima izlježu i dopuštaju drugim vrstama da imaju široku, čak i kozmopolitsku rasprostranjenost (Smith i Work, 2001).

1.2.8. Chaetognatha

Koljeno Chaetognatha, četinočeljusti, obuhvaća 100 poznatih vrsta. razred Sagittoidea obuhvaća najveći broj morskih vrsta, a dijeli se na red Aphragmophora i Phragmophora. Hetognati žive u svim morskim staništima, od bentosa pa sve do otvorenih

voda oceana (Terazaki, 1996). Hetognati su prozirne životinje, tijelo im se sastoji od glave, trupa i repa, strjeličastog je oblika prekriveno kutikulom. Plivaju pomoću dorzalno–ventralnog gibanja tijela, repna peraja pomaže propulziji, a tjelesne peraje stabilizaciji i upravljanju (Jordan, 1992). S obje strane glave nalazi se četiri do četrnaset četina koje okružuju šuplje usno predvorje. Četine koristi za lov. Svi hetognati su karnivori, hrane se zooplanktonom (Barnes, 1982). Neke vrste koriste neurotoksin tetrodotoxin da bi umrtvile plijen (Thuesen, 1991). Usta se otvaraju u mišićno ždrijelo koje sadrži žlijezde koje izlučuju tvari za lakši prolazak hrane. Iz ždrijela hrana ide u crijevo, a zatim iz crijeva u anus koji se nalazi malo ispred repa (Barnes, 1982). Sve vrste ovog koljena su hermafroditi, nose u sebi i jaja i spermu (Bone i sur., 1991). Svaka životinja unutar repa ima par testisa i par jajnika u stražnjem dijelu glavne tjelesne šupljine. Nezrela sprema otpušta se iz testisa u šupljinu unutar repa i pliva do sjemenih mjehurića gdje se pakira u spermatofore (Barnes, 1982).

1.2.9. Copepoda

Copepoda, veslonošci, čine podrazred koji pripada potkoljenu Crustacea, rakovi. Kopepodi su podjeljeni u 10 razreda. Slobodno živući kopepodi iz reda Calanoida, Cyclopoida i Harpacticoida tipično imaju kratko cilindrično tijelo sa zaokruženom ili čunjastom glavom iako postoje prilične varijacije. Glava je spojena s prvim ili prva dva segmenta dok ostatak toraksa ima 3 do 5 segmenata. Prvi par je modificiran u maksilipedije koje pomažu pri hranjenju. Abdomen je tipično uži od toraksa i sadrži pet dijelova bez ikakvih udova (Barnes, 1982).

Većina neparazitskih kopepoda su holoplanktoni, što znači da ostaju u planktonu tijekom cijelog životnog ciklusa, iako red Harpacticoida ima tendenciju bentoskom načinu života. Tijekom razmnožavanja, mužjak zahvaća ženku svojim prvim parom antena koje se koriste baš u tu svrhu. Mužjak zatim proizvodi ljepljivi paket spermija i prenosi ga u ženkin genitalni otvor svojim prsnim udovima. Jaja se ponekad postavljaju izravno u vodu, ali mnoge vrste ih polažu unutar vrećice pričvršćene na ženkinu tijelo dok se ne izlegu.

Planktonski kopepodi važni su za globalnu ekologiju i ciklus ugljika. Obično su dominantni članovi zooplanktona i glavni hranidbeni organizmi za male ribe, kitove, morske ptice, kao i druge rakove u oceanu i slatkoj vodi. Neki znanstvenici smatraju da kopepodi čine najveću životinjsku biomasu na zemlji (Dürbaum i Künnemann, 1997). Zbog njihove manje

veličine i relativno brze stope rasta, a zbog ravnomjernije raspodjele u više svjetskih oceana, kopepodi pridonose sekundarnoj produktivnosti svjetskih oceana znatno više od ostalih skupina organizama (Pond i Tarling 2011).

Oko polovice opisanih vrsta kopepoda, čak njih 13.000, je parazitsko i imaju snažno modificirana tijela. Pridružuju se ribama, morskim psima, morskim sisavcima i mnogim vrstama beskrležnjaka poput mekušaca, plaštenjaka ili koralja. Oni žive kao endo- ili ektoparaziti na ribama ili beskrležnjacima u slatkoj vodi i u morskim sredinama (Suhi sur., 1992).

1.2.10. Tunicata

Tunicata, plaštenjaci, morski su beskrležnjaci, i čine potkoljeno koljena Chordata, svitkovci, koji uključuje sve životinje s leđnim živcima i notohordom. Neki tunikati žive kao solitarne jedinke, a neki se repliciraju i postaju kolonije. Svaka jedinka u koloniji je poznata kao zoid (Edward i sur., 2004). Tunikati se hrane filtriranjem morske vode. Imaju sifone kroz koje privlače i potiskuju vodu. Većina odraslih plaštenjaka su sesilni organizmi i trajno su vezani za stijene ili druge tvrde površine na dnu oceana. Drugi, poput salpa, doliolida i pirosoma, plivaju u pelagičkoj zoni kao odrasli. Poznate su morske pljuske, morska krava, morska jetra ili morski tulipani.

Poznato je oko 2.150 vrsta iz svjetskih oceana. Uglavnom žive u plitkoj vodi. Manje od 100 vrsta nalazi se na dubinama većim od 200 m. Neke vrste su samotne, većinom su to one koje su sesilne, vezane uz morsko dno, a neke su kolonijalne ili pelagične (Edward i sur., 2004).

Plaštenjaci imaju oko 3.051 opisanih vrsta (Edward, 2004) podijeljenih u tri razreda:

- Ascidiacea (Aplousobranchia, Phlebobranchia i Stolidobranchia);
- Thaliacea (Pyrosomida, Doliolida i Salpida);
- Appendicularia (Larvacea).

1.2.11. Appendicularia

Razred Appendicularia su osamljeni, slobodno plivajući organizmi iz potkoljena Tunicata, plaštenjaci, pronađeni diljem svjetskih oceana. Kao i većina plaštenjaka, apendikularije se hrane filtrirajući morsku vodu. Za razliku od većine ostalih plaštenjaka, apendikularije žive u pelagičkoj zoni, posebno u gornjem osvijetljenom dijelu oceana (fotička zona). Oni su transparentne planktonske životinje, općenito manje od 1 cm, isključujući rep (Robison i sur., 2005).

Rep im sadrži središnji notohord, leđni živčani kabel i niz prugastih mišićnih trakica obloženih epitelnim tkivom (oikopleuridima) ili akcelularnom membranom. Čestim pomicanjem repa, apendikularija može stvoriti strujanje vode koje omogućuje koncentraciju hrane u njezinoj blizini (Robison i sur., 2005).

1.2.12. Salpida

Salpida, salpe, su bačvasti, planktonski plaštenjaci. Kreću se stiskanjem i pumpanjem vode kroz želatinozno tijelo. Mlazni pogon je jedan od najučinkovitijih u životinjskom carstvu. Salpe se hrane filtriranjem, pretežito filtrirajući fitoplankton (Bone, 1998). Imaju složeni životni ciklus s obveznom izmjenom generacija. Oba dva dijela životnog ciklusa prisutna su zajedno u moru. Izgledaju različito, ali oba su uglavnom transparentne, cjevaste, želatinozne životinje, između 1 i 10 cm dužine (Bone, 1998). Jedan od razloga brze reprodukcije i velike gustoće ove populacije je reagiranje na fitoplanktonske cvatnje. Kada je voda bogata fitoplanktonom, salpe mogu brzo izbaciti klonove koji se hrane fitoplanktonom te rastu velikom brzinom. Ali ako je fitoplankton previše gust, salpe se mogu začepiti i potonuti na dno. Tijekom tih cvjetanja, plaže postaju ljepljive tepisima salpinog tijela, a druge planktonske vrste mogu doživjeti fluktuacije u broju zbog natjecanja sa salpama (Mehrotra i sur., 2015).

1.2.13. Echinodermata

Echinodermata, bodljikaši, su isključivo morska skupina. Čine najveće životinjsko koljeno koje nema slatkovodnih ni kopnenih predstavnika. Zauzimaju gotovo sve dubine i staništa u moru, uglavnom na ili u morskom dnu, gdje često čine glavni dio biomase. Oni su među najistaknutijim od svih životinjskih koljena, a njihova glavna obilježja su kalcitni kostur sastavljen od mnogih ploča i krvožilnog sustava koji se koristi za pokretanje, disanje, hranjenje i za neke senzorne funkcije (McEdward i Miner ,2001). Pentaradijalna simetrija tijela postiže se u određenim životnim fazama. Na europskom području ima oko 100 vrsta, a raspoređene su u pet skupina. Ličinke ehinodermata mogu biti vrlo česte u uzorcima planktona, pogotovo ličinke trpova i morskih zvijezdača. Ehinodermati su najčešće razdvojenog spola. Sezona uzgoja najčešće je tijekom proljeća i ljeta. Reprodukcijska se odvija na način da jedinke oslobađaju gamete u vodeni stupac te dolazi do neizravnog razvoja kroz različite ličinačke faze. Ličinke ne nalikuju na odrasle jedinke, bilateralno su simetrične, a nakon metamorfoze slijedi radijalna simetrija. Mnoge ličinke su planktotrofične, hrane se jednostaničnim algama koristeći cilije (McEdward i Miner ,2001).

1.2.14. Decapoda

Decapoda, deseteronošci, red su rakova u razredu Malacostraca, koji uključuje mnoge poznate skupine, kao što su rakovice, jastozi i škampi. Većina dekapoda su sakupljači. Procjenjuje se da red ima oko 15.000 vrsta u oko 2.700 rodova, s oko 3.300 fosilnih vrsta (De Grave i sur., 2009).

Kao što ime dekapoda kaže, ovi rakovi imaju deset nogu. Dekapoda mogu imati čak dvadesetak dodatka postavljenih po segmentima tijela. Prednja tri para funkcioniraju kao dio usta i općenito se nazivaju maksilipediji, a ostali pereopodi. Preostali udovi nalaze se na abdomenu, pri čemu svaki segment može nositi par peleopoda, od kojih posljednji čine dio repa (zajedno s telzonom) i zovu se uropodi (De Grave i sur., 2009).

1.2.15. Ostracoda

Ostracoda, ljuskari, također su red iz razreda Crustacea. Poznato je oko 70.000 vrsta. Oni su mali rakovi, veličina kojih varira od 0,2 do 30 mm, većinom oko 1 mm (Fortey i Thomas, 1998). Njihova tijela su spljoštena i zaštićena tvorevinom poput školjke. Ostrakodi su grupirani na temelju morfologije. Njihova molekularna filogenija je još uvijek nejasna (Yamaguchi i Endo, 2003). Tijelo se sastoji od glave i prsnog koša, odvojeno blagim suženjem. Za razliku od mnogih drugih rakova, tijelo nije jasno podijeljeno na segmente. Abdomen je smanjen ili odsutan, dok su gonade relativno velike.

Glava je najveći dio tijela i nosi većinu dodataka. Za parenje koriste dva para dobro razvijenih antena. Osim toga, tu je i par mandibula i dva para maksila. Prsni koš obično ima dva para dodataka (Barnes, 1982).

Račići ostrakodi obično nemaju škrge, već kisik uzimaju kroz gavranaste ploče na površini tijela. Većina ostrakoda nema srce ni krvožilni sustav, a krv jednostavno cirkulira između ventila ljuske. Dušikov otpad izlučuje se kroz žlijezde na maksilama ili antenama. Primarno osjetiloi ostrakoda je vjerojatno dodir, jer imaju nekoliko osjetljivih vlasi na tijelu. Imaju samo jedno oko, a neke vrste par složenih očiju (Barnes, 1982).

1.2.16. Euphausiacea

Red Euphausiacea, svjetlari (engl. *krill*), obuhvaća dvije porodice. Raspostranjenija porodica Euphausiidae sadrži deset različitih rodova s ukupno 85 vrsta. Od njih, rod *Euphausia* je najveći, s 31 vrstom (Siegel, 2011). Manje poznata porodica Benth euphausiidae, ima samo jednu vrstu, *Bentheuphausia amblyops*, koja živi u dubokim vodama ispod 1000 metara. Ova vrsta se smatra najprimitivnijom vrstom krila (Brinton, 1962).

Poznate komercijalne vrste euphausida su *Euphausia superba*, antarktički kril, *Euphausia pacifica*, pacifički kril i *Meganocytiphanes norvegica*, sjeverni kril (Endo, 1999). Sezona parenja varira od vrste do vrste i ovisi o klimi. Mužjak polaže spermiju na ženku. Ženke mogu nositi nekoliko tisuća jajašaca u njihovim jajnicima, koje tada mogu činiti čak jednu trećinu životinjske tjelesne mase (D'Amato i sur., 2008).

Presvlačenje se događa kad prerastu kruti egzoskelet. Učestalost presvlačenja razlikuje se među vrstama. Presvlačenje podliježe mnogim vanjskim čimbenicima poput temperature vode i dostupnosti hrane (Ross i Quetin, 1986).

1.3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja je utvrditi kvalitativni i kvantitativni sastav populacija mrežnog zooplanktona u vodenom stupcu na tri postaje u Župskom zaljevu te predložiti prostornu raspodjelu holoplanktonata. Budući da će se za potrebe rada obraditi cjelokupni uzorci, odredit će se i udio holoplanktonskih organizama u ukupnom zooplanktonu na istraživanom području tijekom zimskih i proljetnih mjeseci te usporediti s udjelom meroplanktona.

2. MATERIJALI I METODE

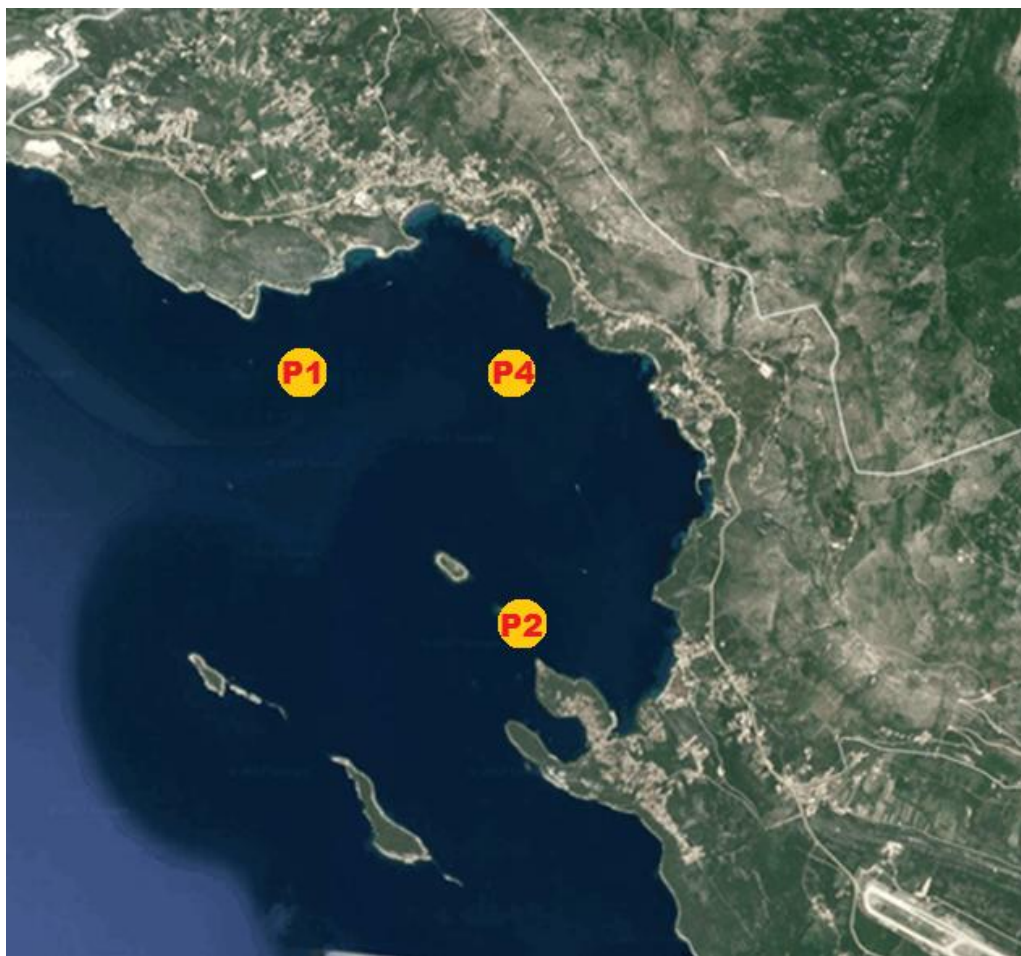
2.1. Područje istraživanja

Župski zaljev se nalazi jugoistočno od Dubrovnika, leži između rta Pelegrin na sjeverozapadu i rta Sustjepan na jugoistoku. Zaljev se nalazi na $42^{\circ} 36' 20.99''$ sjeverne geografske širine i $18^{\circ} 12' 37.01''$ istočne geografske dužine (www.map.com.hr). Zaljev je dug oko 5 km, širok 2,5 km. U zaljevu se nalazi otok Supetar i hrid Superka (Šuperka). Ispred otočića i hridi, na jugoistoku, nalaze se cavtatski otoci Mrkan, Bobara i Mrkanac (www.enciklopedija.hr).

Tablica 1. Zemljopisne dužine i širine postaja na istraživanom području.

Postaja	Sjeverna zemljopisna dužina	Istočna zemljopisna širina
P1	$42^{\circ} 36' 47.0''$	$18^{\circ} 11' 06.3''$
P2	$42^{\circ} 35' 23.2''$	$18^{\circ} 12' 31.6''$
P4	$42^{\circ} 36' 40.9''$	$18^{\circ} 12' 39.2''$

Od rta Pelegrin prema Cavtatu protežu se mjesta koja se nazivaju Župa dubrovačka: Kupari, Srebreno, Mlini i Plat. Na lokalitetu Plat nalazi se hidroelektrana. Obala zaljeva Župe dubrovačke je niska i pristupačna s nekoliko šljunkovitih i pješčanih područja. Morski dio obale samog zaljeva je plitak i ima blagi nagib do oko 40 m dubine na vanjskom rubu. Zaljev je potpuno izložen utjecajima otvorenog mora i jakim valovima iz smjera juga, ali zbog same konfiguracije kopna, veći dio obalne linije je urbaniziran (<http://zupa-dubrovacka.hr/>). Zaljev obiluje izvorima slatke vode što pogoduje bujnoj vegetaciji. Umjetni dotok vode Trebišnjice tunelom HE Dubrovnik ima važan utjecaj na termohalina obilježja akvatorija. U mjesecu travnju i lipnju je povećan dotok vode te dolazi do formiranja vrlo jakog vertikalnog gradijenta slanosti, kao i gustoće do dubine od oko 5 m. Dolazi do formiranja dviju različitih vodenih masa koje sprječavaju vertikalni prijenos. Smjer srednjeg strujanja je južni ili jugoistočni smjer što je izuzetak u odnosu na prevladavajuće struje sjeverozapadnog smjera duž naše obale. Ova specifičnost je moguća zahvaljujući kombinaciji više čimbenika, poput samog položaja obale, vjetrova i dotoka slatke vode. Tijekom zimskih mjeseci brzina strujanja je povećana s brzinama na površini od 15 do 25 cm/s.



Slika 1. Područje istraživanja s postajama

Područje je slabo eutrofizirano s prevladavajućim udjelom vrsta otvorenog mora, zbog same koncentracije hranjivih soli, karakteristici pelagičnih zajednica, odnosno samom kvalitativnom i kvantitativnom sastavu fitoplanktona i zooplanktona te primarne produkcije toga područja. Znakovi povećane eutrofikacije zapažaju se većinom u površinskom sloju središnjeg dijela zaljeva. Gustoća populacija mikrofitoplanktona varira od niskih vrijednosti $< 10^4$ stanic/l do oko 200×10^3 stanica/l. Na temelju dosadašnjih istraživanja zooplanktona koja su bila vrlo osudna (Rudenjak-Lukenda i sur., 1988), Župski zaljev se pokazao kao izrazito neritički ekosustav s utjecajem vanjskog otvorenog mora. Bentonske zajednice su slabo razvijene, a kao razlog slabe životne razvijenosti smatra se utjecaj jakih valova i učestalo pomicanje pridnenog supstrata (Prostorni plan uređenja- Općina Župa dubrovačka).

2.2. Uzorkovanje

Zooplanktonski uzorci prikupljeni su mrežom gustoće tkanja 125 µm, vertikalnim potezima od dna do površine. Zooplankton je uzorkovan na tri postaje u Župskom zaljevu od siječnja do svibnja 2017 (Slika 1). Geografske koordinate postaja date su u Tablici 1.

2.3. Obrada uzoraka i rezultata

Zooplanktonski uzorci pohranjeni su u 4 % otopinu formaldehida. Uzorci su analizirani i obrađeni na način da je zooplankton određen po svojstama, taksonomskoj skupini: Hydromedusae, Siphonophorae, Pteropoda, Polychaeta, Cladocera, Ostracoda, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha, Appendicularia, Doliolida, Salpida i ličinke Bivalvia, Gastropoda, Echinodermata, Decapoda te riblja jaja. Kopepodi su određeni do razine reda. Taksonomska identifikacija i brojanje jedinki odrađeno je ispod binokularne lupe marke Olympus. Gustoća svake skupine izražena je brojem jedinki po metru kubičnom (jed. m⁻³). Kvantitativne vrijednosti dobivene su korištenjem formule za računanje gustoće mrežnog zooplanktona u vertikalnom potezu:

$$N = n * (5 * r) / d$$

gdje je n - broj pronađenih jedinki u uzorku, d - duljina poteza mrežom, r - razrjeđenje uzorka (32, 16, 8, 4 i 2).

Uz pomoć programa Microsoft Office Excel odrađena je analiza podataka i izrada grafova.

3. REZULTATI

3.1. Temperatura

3.1.1. Siječanj 2017.

Svaki mjesec mjerena je temperatura na tri postaje, P1, P2 i P4. Tijekom israživnog razdoblja najmanje površinske temperature zabilježene su u siječnju s minimalnom vrijednosti od 12,4 °C (postaja P4). Najniže temperaturne vrijednosti u siječnju zabilježene su na postaji P1. Na površini postaje P1 izmjerena je temperatura od 12,9 °C, a na dnu te postaje temperatura od 13,6 °C. Na postaji P2 temperatura je mjerena od površine (0,97 m) do dubine od 20,26 m. Na površini je zabilježena temperatura od 12,6 °C, a na dnu 14,1 °C. Na postaji P2 su zabilježene najveće temperature u siječnju. Temperatura na površini (0,73 m) postaje P4 iznosila je 14,4 °C, a na dnu (34,01 m) 13,8 °C. Temperatura je rasla povećanjem dubine stoga su najniže temperature na sve tri postaje zabilježene na površini, a najveće temperaturne vrijednosti na dnu.

3.1.2. Veljača 2017.

U veljači su također zabilježene niske temperature na sve tri postaje, temperatura se kretala od 13,7 °C do 14,8 °C. Postaja s najnižom zabilježenom temperaturom u veljači bila je postaja P1. Na postaji P1 na površini (1,36 m) izmjerena je temperatura od 13,7 °C, a na dnu (45,58 m) 14,7 °C. Na postaji P2 temperatura je mjerena od dubine 1,44 do 17,91 m. Na površini je zabilježena temperatura od 14,2 °C, a na dubini od 17,91 m 14,7 °C. Najtoplija postaja s najvećim izmjerenim temperaturnim vrijednostima u veljači bila je postaja P4, na površini (1,42 m) izmjerena je temperatura od 14,0 °C, a na dnu (31,57 m) 14,8 °C. Kao i u siječnju, najniže temperature zabilježene su na površini te su se temperaturne vrijednosti povećavale povećanjem dubine (Tablica 1).

3.1.3. Ožujak 2017.

U ožujku su najveće temperature zabilježene na površini te su se povećanjem dubine smanjivale, pa je tako na postaji P1 na površini (1,53 m) zabilježena temperatura od 15,7 °C, a na dnu (46,13 m) temperatura od 14,8 °C. Na postaji P2 na površini (1,67 m) izmjerena je temperatura od 15,7 °C, a na dnu (16,98 m) 14,8 °C. Najtoplija postaja u ožujku bila je postaja P4, površinska temperatura (1,63 m) iznosila je 16,5 °C, a temperatura na dnu (31,74 m) 14,8 °C.

3.1.4. Travanj 2017.

Na svim postajama u travnju temperatura se kretala oko 15 °C. Kao i u ožujku, najveće temperature zabilježene su na površini, a najniže na dnu. Temperatura se smanjivala povećanjem dubine. Na postaji P1 na površini (1,53 m) zabilježena je temperatura od 15,8 °C, a na dnu (43,44 m) 15,0 °C. Postaja P2 je bila najplića uzorkovana postaja, temperatura je mjerena od površine 1,71 m do dubine od 18,82 m. Na površini ove postaje zabilježena je temperatura od 15,8 °C, a na dnu 15,3 °C. Na postaji P4 površinska temperatura (1,44 m) iznosila je 15,8 °C, a na dnu (33,25 m) 15,2 °C.

3.1.5. Svibanj 2017.

Najveće temperature tijekom istraživanog razdoblja zabilježene su u svibnju. Maksimalna temperatura zabilježena je na površini (1,08 m) postaje P1, a iznosila je 20,8 °C. Povećanjem dubine, temperatura se snižavala pa je tako na dnu postaje P1 (44,35 m) zabilježena temperatura od 15,5 °C. Površinska temperatura postaje P2 iznosila je 19,1 °C, a na dnu 16,9 °C. Na postaji P2 temperatura je mjerena od 1,08 m do dubine od samo 16,18 m. Na postaji P4 površinska temperatura iznosila je 19,3 °C, a na dnu 15,9 °C.

3.2. Slanost tijekom istraživanog razdoblja

3.2.1. Siječanj 2017.

Na sve tri postaje zabilježene su najniže vrijednosti slanosti na površini. Na postaji P1 na površini je zabilježena slanost od 35,7 ‰ što je ujedno i najveća zabilježena vrijednost u siječnju u odnosu na vrijednosti postaja P2 (32,1 ‰) i P4 (31,8 ‰). Povećanjem dubine povećavala se i slanost mora. Na dnu postaje P1 zabilježena je slanost od 38,7 ‰. Na

postaji P2 na dubini od 20,26 m zabilježena je slanost od 38,8 ‰, kao i na dnu postaje P4 (34,01 m).

3.2.2. Veljača 2017.

Najniža vrijednost slanosti mora u veljači zabilježena je na površini postaje P1 (36,9 ‰). Maksimalna vrijednost zabilježena je na dnu iste postaje, a iznosila je 38,9 ‰. Na postajama P2 i P4 površinska vrijednost slanosti iznosila je 37 ‰, na dnu P2 postaje slanost je iznosila 38,7 ‰, a na dnu postaje P4 38,8 ‰.

3.2.3. Ožujak 2017.

Najmanja vrijednost slanosti u ožujku zabilježena je na površini postaje P1 (34,9 ‰), a najveća vrijednost na dnu iste postaje, a iznosila je 38,8 ‰. Na površini P2 postaje (1,67 m) izmjerena je slanost od 38,0 ‰, a na dnu (16,98 m) 38,6 ‰. Površinska vrijednost slanosti postaje P4 iznosila je 37,6 ‰, a na dnu 38,8 ‰.

3.2.4. Travanj 2017.

Najmanja vrijednost slanosti u travnju zabilježena je na površini (1,44 m) postaje P4, a iznosila je 34,2 ‰. Na dnu sve tri postaje zabilježena je ista vrijednost slanosti, iznosila je 38,8 ‰. Površinska vrijednost slanosti postaje P1 (1,89 m) iznosila je 37,8 ‰, a postaje P2 (1,71 m) 38,4 ‰.

3.2.5. Svibanj 2017.

Najmanja površinska vrijednost slanosti mora u svibnju zabilježena je na postaji P4 (1,84 m), a iznosila je 37,9 ‰. Površinska vrijednost postaje P1 (1,08 m) i P2 (1,45 m) iznosila je 38,0 ‰. Na dnu postaje P1 (44, 35 m) zabilježena je slanost 38,9 ‰ koja je ujedno i maksimalna zabilježena vrijednost slanosti u svibnju, ali i tijekom istraživanog razdoblja. Na dnu postaje P2 (16,19 m) zabilježena je vrijednost slanosti od 38,6 ‰.

Tablica 2. Vrijednosti temperature (t) i slanosti (s) na postajama P1, P2 i P4 u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

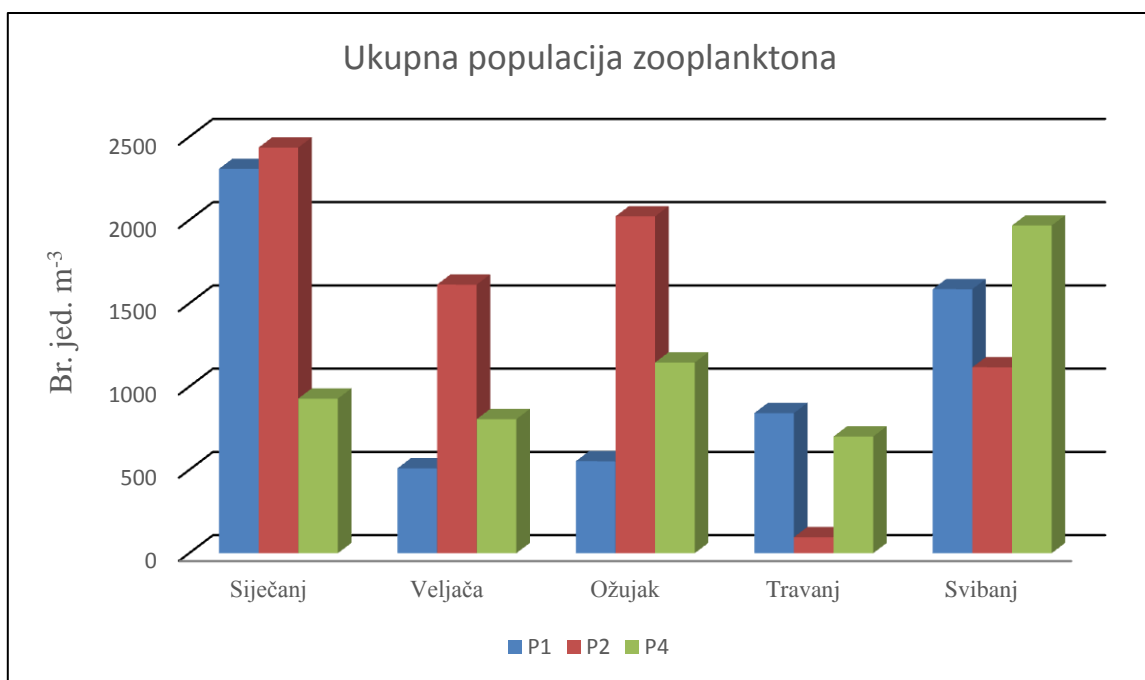
Mjeseci	Dubina (m)	P1		P2		P4	
		t (°C)	s (‰)	t (°C)	s (‰)	t (°C)	s (‰)
Siječanj	0	12,9	35,7	12,6	32,1	12,4	31,8
	3	12,8	35,5	14,0	38,6	12,6	33,8
	10	13,1	36,8	14,0	38,7	13,9	38,5
	20	13,6	38,7	14,1	38,8	13,9	38,8
	dno	13,6	38,7			13,8	38,8
Veljača	0	13,7	36,9	14,2	37,8	14,0	37,4
	3	13,9	37,4	14,4	38,0	14,3	38,0
	10	14,5	38,5	14,7	38,7	14,6	38,6
	20	14,7	38,8			14,7	38,7
	dno	14,7	38,9	14,7	38,8	14,8	38,8
Ožujak	0	15,7	34,9	15,7	38,0	16,5	37,6
	3	15,8	37,8	15,6	38,0	16,3	37,7
	10	14,8	38,5	14,9	38,6	14,8	38,6
	20	14,8	38,7			14,8	38,7
	dno	14,8	38,8	14,8	38,7	14,8	38,8
Travanj	0	15,8	37,8	15,8	38,4	15,8	34,2
	3	15,7	37,9	15,8	38,4	15,8	35,7
	10	15,5	38,4	15,6	38,6	15,6	38,5
	20	15,4	38,6			15,5	38,5
	dno	15,0	38,8	15,3	38,8	15,2	38,8
Svibanj	0	20,8	38,0	19,1	38,0	19,3	37,9
	3	18,5	38,1	19,1	38,0	19,2	38,0
	10	17,7	38,3	18,4	38,2	18,5	38,1
	20	16,1	38,8			16,9	38,5
	dno	15,5	38,9	16,9	38,6	15,9	38,8

3.3. Gustoća populacija zooplanktona tijekom istraživanog razdoblja

Tijekom pet terenskih izlazaka i uzorkovanja na tri postaje kroz pet uzastopnih mjeseci u Župskom zaljevu determinirane su sljedeće planktonske skupine: Appendicularia, Chaetognatha, Cladocera, Copepoda, Euphausiacea, Hydromedusae, Polychaeta, Pteropoda, Ostracoda, Siphonophorae, Thaliacea (Doliolida i Thaliacea), riblja jaja i ličinke (Bivalvia, Polychaeta, Gastropoda, Decapoda, Echinodermata, Pisces). Uzorci su sortirani i taksonomski podijeljeni po svojnama. Kopepodi su determinirani do razine reda.

Zooplanktonska populacija je pokazala široke kvantitativne oscilacije. Gustoća ukupne zooplanktonske populacije iznosila je $18628 \text{ jed. m}^{-3}$; srednja vrijednost, $\pm \text{SD}$, bila je $1242 \pm 710 \text{ jed. m}^{-3}$. Najveće vrijednosti gustoće ukupnog zooplanktona zabilježene su u siječnju, kada je ukupna gustoća iznosila 1891 jed. m^{-3} (Slika 2). U siječnju se posebno isticala postaja P1 u odnosu na postaje P2 i P4 abundancijom zabilježenog zooplanktona, ali i u odnosu na ostale mjesece. Na postaji P1 zabilježena je ukupna gustoća populacije zooplanktona od 2308 jed. m^{-3} . Na postaji P2 zabilježena je najveća gustoća populacije zooplanktona tijekom petomjesečnog uzorkovanja. Uz siječanj, po većoj vrijednosti ukupne gustoće populacije zooplanktona prednjači od ostalih mjeseci i svibanj s ukupnom gustoćom populacije zooplanktona od 1224 jed. m^{-3} . Najmanja vrijednost gustoće populacije ukupnog zooplanktona zabilježena je u travnju, i iznosila je samo 546 jed. m^{-3} . Niske vrijednosti gustoće populacije zooplanktona zabilježene su tijekom veljače i ožujka, iako su se znatnije isticale ukupnom gustoćom populacije zooplanktona postaje P2 i P4 tijekom mjeseca travnja. Na postaji P2 zabilježeno je čak 2023 jed. m^{-3} što je i više nego na tri postaje u svibnju.

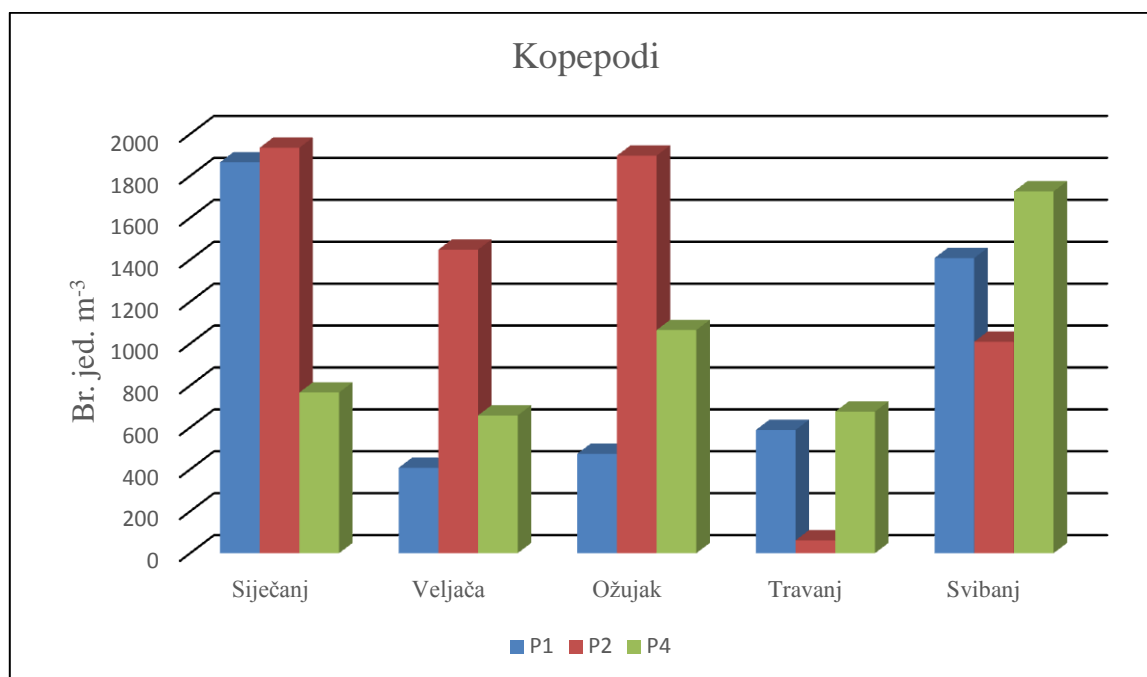
Dominantna skupina u uzorcima bili su kopepodi s udjelom u ukupnoj gustoći populacije zooplanktona u iznosu od 86 %. Sljedeća dominantna skupina u istom uzorku bile su ličinke poliheta s brojnošću od 1232 jed. m^{-3} i udjelom od 7 %. Ostale skupine bile su znatno manje zastupljene te su u pojedinačnim uzorcima pojedinih postaja obuhvaćale 1% ukupne populacije zooplanktona.



Slika 2. Ukupna gustoća populacija zooplanktona na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.3.1. Copepoda

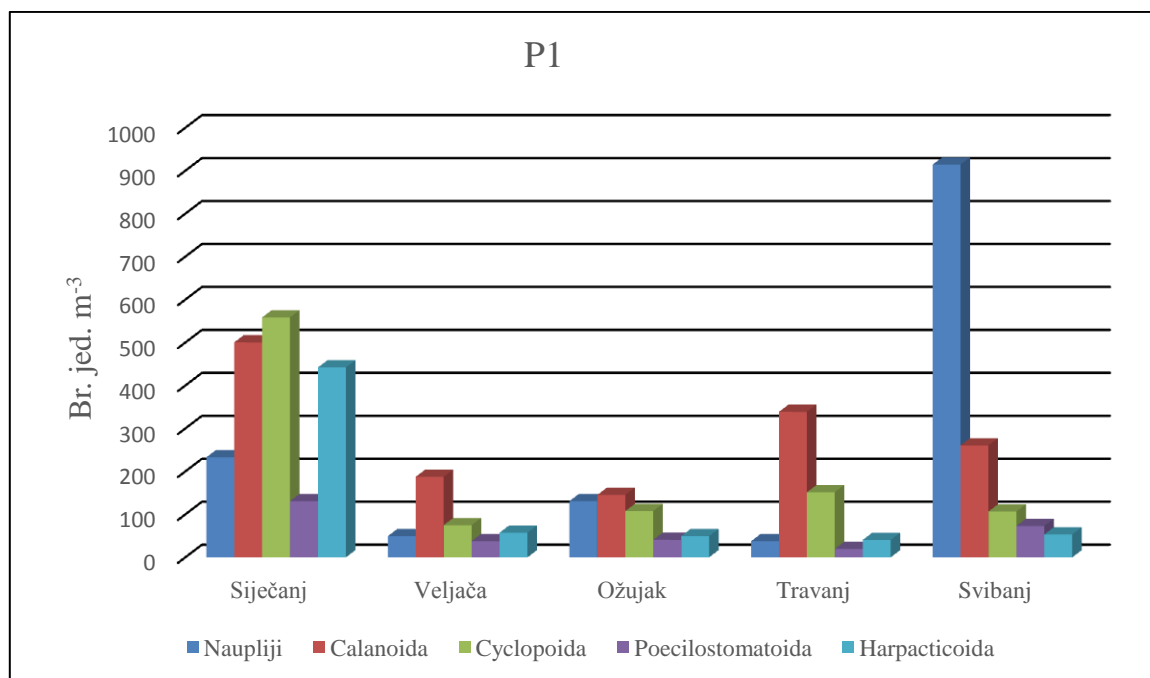
Kopepodi su dominantna skupina mrežnog zooplanktona tijekom cijelog istraživnog razdoblja na području Župskog zaljeva. Najveća gustoća populacije zabilježena je u siječnju na postaji P2 i iznosila 1934 jed. m⁻³. Na ovoj postaji su visoke vrijednosti gustoće populacije kopepoda zabilježene tijekom sva tri zimska mjeseca, dok je u proljetnom razdoblju, u travnju, na postaji P2 nađena najniža gustoća populacije kopepoda tijekom cijeloga istraživanja (442 jed. m⁻³, Slika 3).



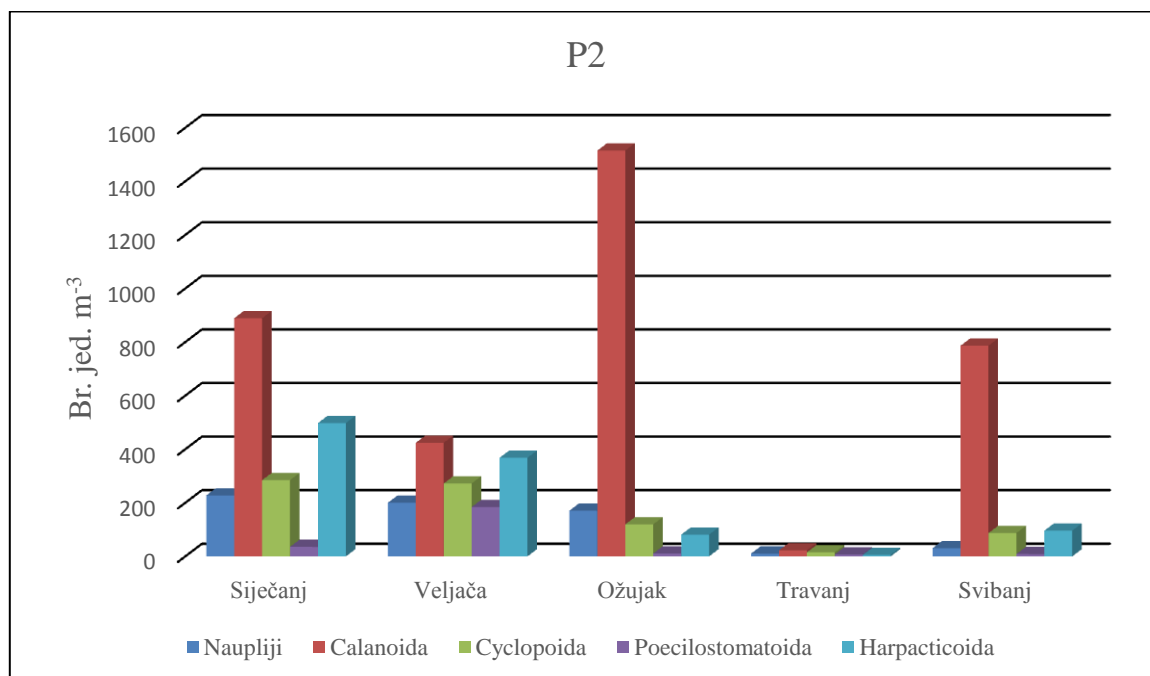
Slika 3. Gustoće populacija kopepoda na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.3.1.1. Copepoda nauplii

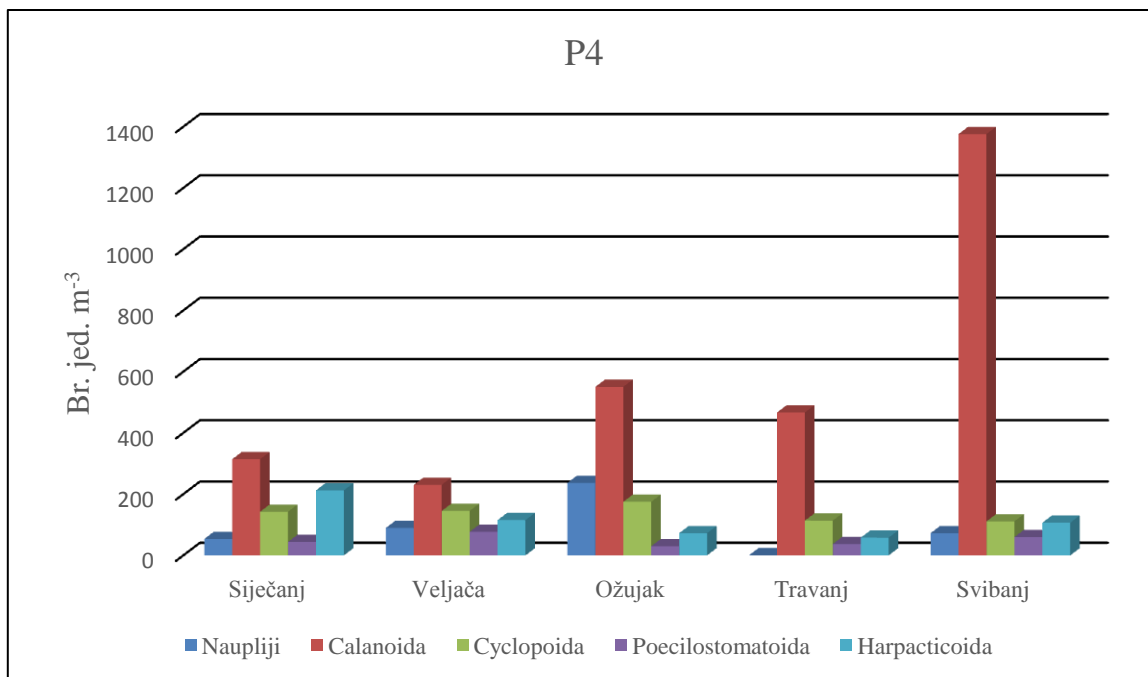
Tijekom petomjesečnog uzorkovanja na tri postaje, naupliji kopepoda redovito su se pojavljivali u svim uzorcima (Slika 4, 5, 6). Najveća brojnost ove skupine zabilježena je na postaji P1 u svibnju (914 jed. m⁻³). Najmanja brojnost nauplija zabilježena je u travnju sa 16 jed. m⁻³. Najveći udio u ukupnoj populaciji zooplanktona kopepoda naupliji su imali na postaji P1 u mjesecu svibnju (58 %), a najmanji udio zabilježen je na postaji P4 , u travnju.



Slika 4. Gustoća populacija kopepodnih skupina na postaji P1 u Župskom zaljevu u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.



Slika 5. Gustoća populacija kopepodnih skupina na postaji P2 u Župskom zaljevu u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.



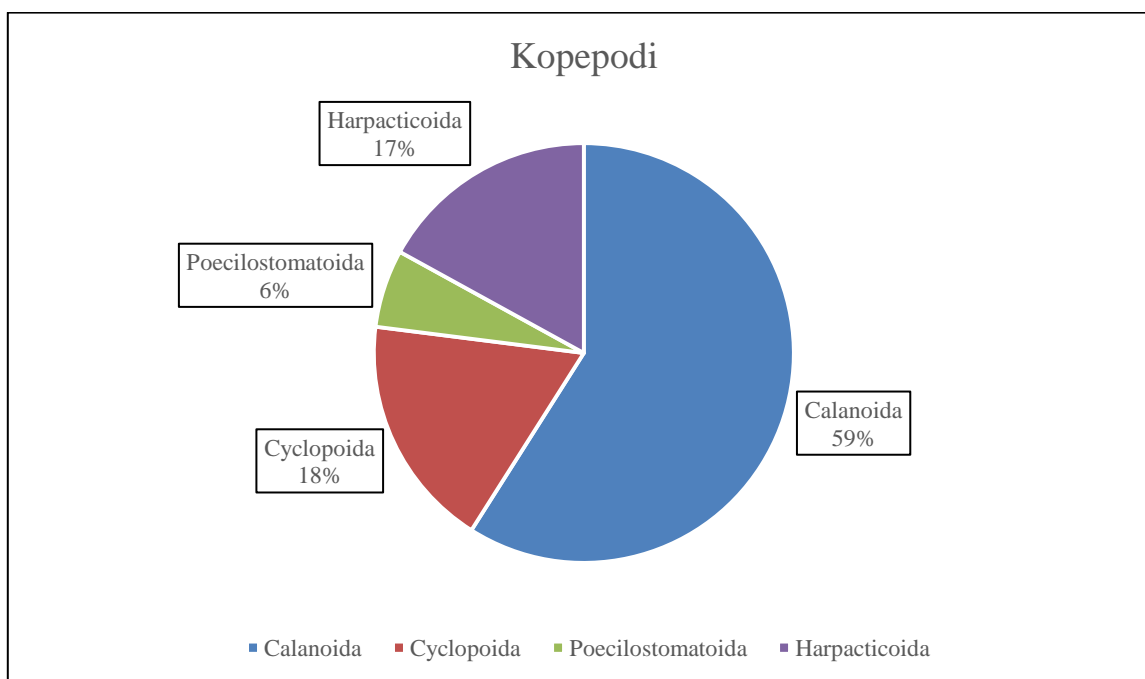
Slika 6. Gustoća populacija kopepodnih skupina na postaji P4 u Župskom zaljevu u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.3.1.2. Calanoida

Kalanoidni kopepodi dominirali su u svim uzorcima. Kalanoidi su bili najbrojniji na postaji P2 u ožujku, kada je gustoća populacija kalanoidnih kopepoda iznosila 1515 jed. m^{-3} . Na postaji P2 zabilježena je najveća gustoća kalanoidnih kopepoda u odnosu na ostale kopepodne skupine tijekom svih pet mjeseci. U svibnju kalanoidni kopepodi na postaji P2 imali su najveći udio u ukupnom broju kopepoda, ne računajući nauplije, od čak 59 %. Najmanja vrijednost gustoće populacije ove skupine od samo 23 jed. m^{-3} zabilježena je u mjesecu travnju, i to baš na postaji P2, znatno niža vrijednost od minimuma zabilježenog u veljači na postaji P1 (188 jed. m^{-3}).

3.3.1.3. Cyclopoida

Ciklopoidni kopepodi su po brojnosti druga dominantna skupina kopepoda nakon kalanoida. Najveća gustoća populacije ciklopoidnih kalanoida zabilježena je siječnju na postaji P1 (559 jed. m⁻³), dok je najmanja vrijednost zabilježena u travnju na postaji P2 (15 jed. m⁻³). Tijekom hladnijih, zimskih mjeseci, siječnja, veljače i ožujka, zabilježena je veća abundancija ciklopoidnih kopepoda nego tijekom toplijih mjeseci, travnja i svibnja. Najveći udio ciklopoidnih kopepoda u ukupnom uzorku kopepoda, ne računajući nauplije, bio je 30 %, i to u siječnju, što predstavlja najveću vrijednost u ukupnom broju kopepoda nakon kalanoidnih kopepoda (Slika 7).



Slika 7. Udjeli kopepodnih skupina u ukupnoj populaciji kopepoda na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.3.1.4. Poecilostomatoida

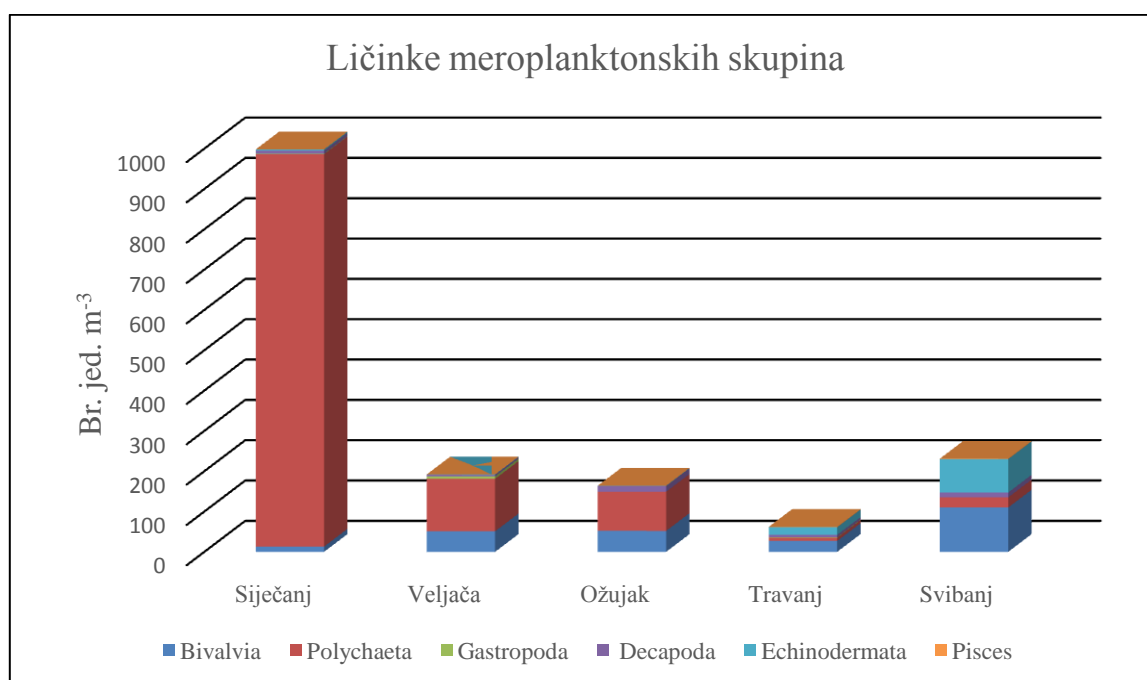
Poecilostomatoidni kopepodi su najslabije zastupljena skupina od četiri pronađena reda kopepoda. Poecilostomatoidi imaju najmanji udio u ukupnom broju kopepoda, ne računajući nauplije, u iznosu od samo 6 % . Poecilostomatoidni kopepodi u najvećem broju zabilježeni su tijekom veljače na postaji P2, kada je ukupna gustoća populacije ove skupine iznosila 184 jed. m^{-3} . Veća brojnost poecilostomatoida zabilježena je i u siječnju, ali na postaji P1. Najniža gustoća populacije poecilostomatoida zabilježena je u travnju na postaji P2 (8 jed. m^{-3}).

3.3.1.5. Harpacticoida

Harpaktikoidi su, također, slabije zastupljena skupina kopepoda od četiri pronađena reda kopepoda. Najveće gustoće populacije ovog reda zabilježene su u siječnju na postajama P2 (498 jed. m^{-3}) i P2 (442 jed. m^{-3}). Najmanja brojnost harpaktikoida zabilježena je u mjesecu travnju, na postaji P2 samo 6 jed. m^{-3} . Njihov udio u ukupnom broju kopepoda, ne računajući nauplije, u ovom istraživanju iznosio je 17 %.

3.3.2. Ličinke meroplanktonskih skupina

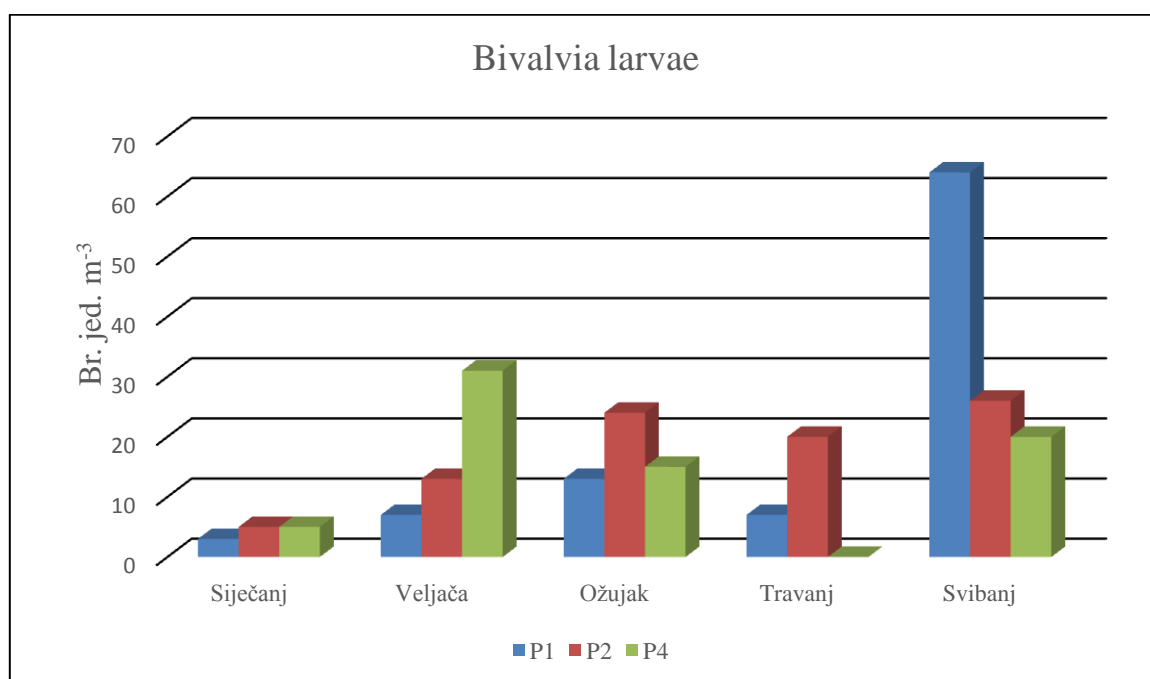
U uzorcima triju postaja nađeni su meroplanktoni, ličinački stadiji iz skupina Bivalvia, Chaetognatha, Gastropoda, Decapoda, Echinodermata i Pisces. Najveća zabilježena ukupna gustoća populacije meroplanktonata zabilježena je u siječnju na postaji P2, i iznosila je 462 jed. m^{-3} , što je činilo udio od 20 % u ukupnoj populaciji zooplanktona. Ličinke poliheta su dominirale u ukupnoj populaciji meroplanktonskih ličinki, a skupina koja je slijedila mnogočetinaše po brojnosti bile su ličinke bivalvia. Najveća količina ličinki poliheta zabilježena je u siječnju (462 jed. m^{-3}), dok je najveća količina ličinki bivalvia, druge dominante skupine, zabilježena u svibnju (64 jed. m^{-3} , Slika 8). Ostale skupine zabilježene u ostalim uzorcima imale su dosta manje gustoće populacija.



Slika 8. Gustoće populacija ličinki meroplanktonskih skupina u Župskom zaljevu u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.3.2.1. Bivalvia larvae

Najveća gustoća populacija ličinki bivalvia zabilježena je u svibnju na postaji P1 (64 jed. m^{-3}). Povećanu vrijednost gustoće populacije ličinki bivalvia bilježi i ožujak, kada su na postaji P2 zabilježene 24 jed. m^{-3} , dok siječanj ima najmanju brojnost ovih ličinki, od samo 5 jed. m^{-3} (Slika 9).

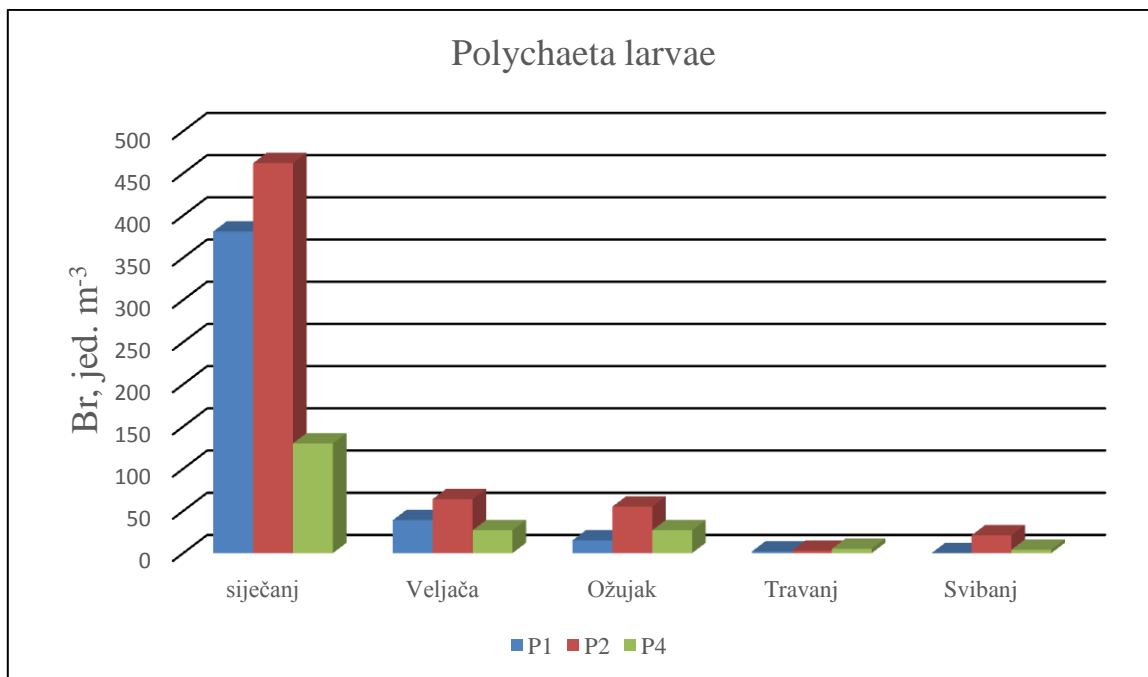


Slika 9. Gustoća populacija ličinki školjkaša u Župskom zaljevu tijekom istraživnog razdoblja od siječnja do svibnja 2017.

3.3.2.2. Polychaeta larvae

Ličinke poliheta dominantna su skupina među meroplaktonskim ličinkama (Slika 10). Nađene su u uzorcima na istraživnom području tijekom svih pet mjeseci uzorkovanja. Najveće vrijednosti gustoće populacije zabilježene su tijekom hladnijih mjeseci, siječnja i veljače. Brojnost im se postupno smanjivala od ožujka prema svibnju. U svibnju zabilježena je najniža vrijednost gustoće populacije (3 jed. m^{-3}). Najveća abundancija zabilježena je u

siječnju na postaji P2, a iznosila je 462 jed. m^{-3} te je time imala i najveći udio u ukupnom uzorku zooplanktona u mjesecu siječnju (17 %).



Slika 10. Gustoće populacija ličinki mnogočetinaša u Župskom zaljevu tijekom istraživnog razdoblja od siječnja do svibnja 2017.

3.3.2.3. Gastopoda larvae

Niti jedna ličinka gastropoda nije zabilježena ni na jednoj od tri uzorkovane postaje u ožujku i svibnju dok su, u vrlo malim količinama zabilježene u uzorcima tijekom siječnja, veljače i travnja. Najveća gustoća populacije zabilježena je u veljači na postaji P1 i iznosila je 6 jed. m^{-3} , a u siječnju i travnju, u oba mjeseca na istoj postaji zabilježena je samo 1 jed. m^{-3} .

3.3.2.4. Decapoda larvae

Ličinke morskih puževa redovito su se pojavljivale u svakom mjesecu tijekom istraživanja (od siječnja do svibnja), međutim nisu se pojavljivale i na svim uzorkovanim postajama (P1, P2, P3). Na postaji P2 mjeseca travnja nije zabilježena niti jedna ličinkaorskog puža kao ni na postaji P3 u ožujku, dok je u tom istom mjesecu, mjesecu ožujku, na postaji P2 zabilježena najveća gustoća ličinki tijekom petomjesečnog uzorkovanja, a iznosila je 11 jed. m⁻³.

3.3.2.5. Echinodermata larvae

Veća brojnost ličinki ehinodermata zabilježena je tijekom travnja i svibnja. Posebno se isticao svibanj, kada je zabilježena najveća gustoća ovih ličinki i to na postaji P1, a iznosila je 42 jed. m⁻³. Samo po 1 jed. m⁻³ zabilježena je u veljači i ožujku.

3.3.2.6. Pisces ova

Riblja jaja pronađena su samo u uzorcima iz veljače (1 jed. m⁻³) na postaji P4 i u uzorcima iz svibnja na postajama P2 i P4, kada je na obje postaje zabilježena gustoća populacije od 2 jed. m⁻³.

3.3.3. Ostale skupine

U uzorcima mrežnog zooplanktona pronađene su i sljedeće skupne: Hydromedusae, Siphonophorae, Pteropoda, Cladocera, Ostracoda, Euphausiacea, Chaetognatha, Appendicularia, Doliolida i Salpida. Ove skupine su se rijede pojavljivale u uzorcima, njihov udio u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosi 1 %.

3.3.3.1. Hydromedusae

Ova skupina je zabilježena u svakom mjesecu tijekom istraživanja, ali ne na sve tri uzorkovane postaje. U uzorcima u ožujku i svibnju zabilježena je samo na jednoj postaji. Najveća gustoća hidromeduza bila je u siječnju na postaji P1 (9 jed. m^{-3}) te u veljači na postaji P2 (8 jed. m^{-3}). Njihov udio u ukupnom zooplanktonu nije bio značajan ($< 1 \%$).

3.3.3.2. Siphonophorae

Hidromeduze sifonofore su brojane kao posebna skupina u uzorcima mrežnog zooplanktona. Pojavljuju se u svakom mjesecu, ali s vrlo malom gustoćom jedinki po metru kubičnom. Najveća zabilježena gustoća iznosila je 7 jed. m^{-3} u veljači. Najveći postotni udio ove skupine u ukupnom zooplanktonu iznosio je 1 %.

3.3.3.3. Pteropoda

Skupina pteropoda nije značajno zastupljena u ukupnom zooplanktonu istraživanog područja. Zabilježena je samo u svibnju na dvije od ukupno tri postaje (P1 i P2). Na obje postaje zabilježena je ista gustoća, a iznosila je 5 jed. m^{-3} .

3.3.3.4. Cladocera

Kladocere su pronađene u uzorcima tijekom svih razdoblja na istraživanom području. Njihova najveća brojnost zabilježena je tijekom travnja i svibnja. U travnju je na postaji P1 zabilježeno čak 156 jed. m^{-3} , što je predstavljalo i najveći postotni udio u ukupnom zooplanktonu (19 %). U svibnju je također zabilježena veća vrijednost gustoće populacije ove skupine račića (124 jed. m^{-3}). Tijekom zimskog razdoblja gustoća populacije kladocera nije prelazila vrijednost od 4 jed. m^{-3} .

3.3.3.5. Ostracoda

Ostrakodi su nađeni na sve tri postaje (P1, P2 i P4) samo u siječnju i veljači, a ukupna gustoća populacije iznosila je 5 jed. m⁻³. U ožujku i svibnju zabilježena je po 1 jed. m⁻³ na samo jednoj od tri uzorkovane postaje. U travnju nije zabilježena prisutnost niti jedne jedinke ove skupine na istraživanom području.

3.3.3.6. Euphasiacea

Eufazidi su imali najveću gustoću u veljači na postaji P2 (18 jed. m⁻³), a u uzorcima preostala četiri mjeseca ukupna količina pronađenih jedinki nije prelazila 3 jed. m⁻³.

3.3.3.7. Chaetognatha

Hetognati su brojniji u odnosu na prethodne skupine tijekom cijelog istraživanja. Zabilježeni su u gotovo svim uzorcima, a najbrojniji su bili u veljači i svibnju. Na postaji P4 u travnju nije zabilježena niti jedna jedinka ove skupine, dok je u tom istom mjesecu na postaji P1 zabilježena najveća gustoća populacije hetognata (29 jed. m⁻³) te je time ova skupina imala najveći udio u ukupnoj populaciji od 3 %.

3.3.3.8. Appendicularia

Ukupno gledajući, ova skupina u odnosu na prethodne je značajnije zastupljena u ukupnom zooplanktonu. Najveći postotni udio apendikularije u ukupnom zooplanktonu imaju u veljači (7 %). Najveća brojnost apendikularije zabilježena je u veljači na postaji P4 (53 jed. m⁻³).

3.4. Struktura zooplanktonskih populacija tijekom istraživanja

Kopoepodi su bili najbrojnija skupina mrežnog zooplanktona tijekom cijelog istraživnog razdoblja. Gustoća populacija kopepoda povećava se od siječnja do ožujka, a zatim se smanjuje od ožujka do svibnja. U svim uzorcima imali su najveći udio u ukupnoj populaciji zooplanktona (73 %).

Najbrojniji red kopepoda bili su kalanoidi (Slika 11). Udio kalanoida u ukupnoj populaciji kopepoda iznosio je 59 % . Udio ciklopoida u ukupnoj populaciji kopepoda kretao se od 6 % u svibnju na postaji P4, do 24 % u siječnju na postaji P1. Prosječni udio ciklopoida tijekom ovog istraživanja bio je 18 %.

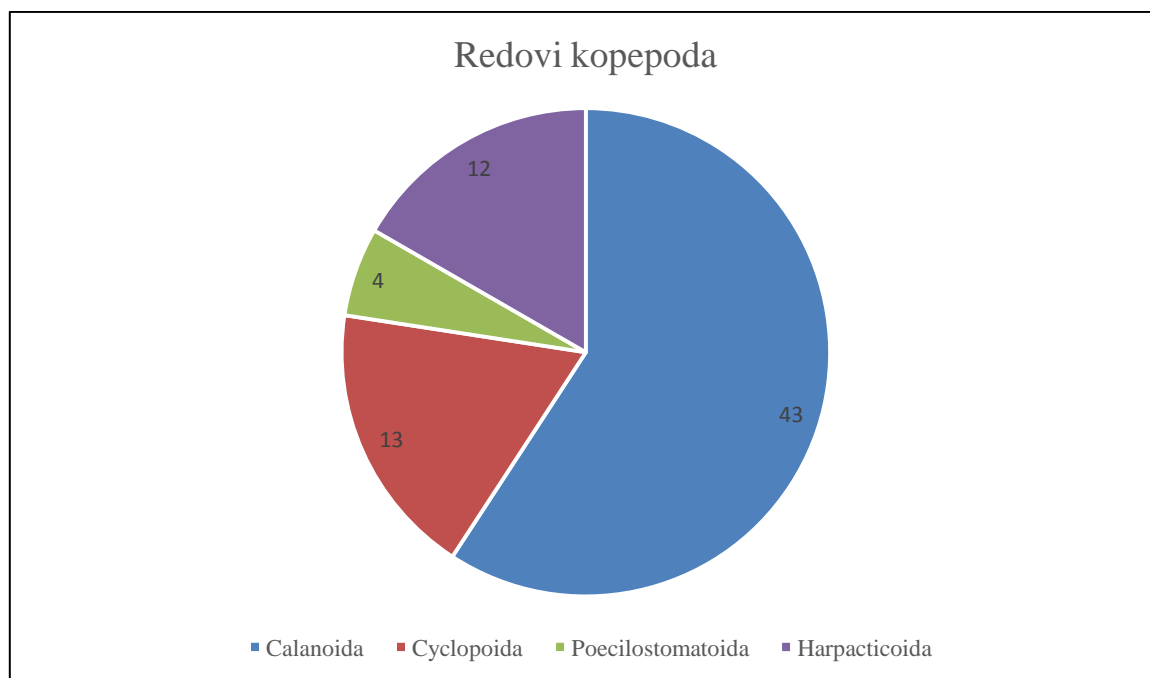
Udio trećeg reda kopepoda, poecilostomatoida, u ukupnoj populaciji kopepoda kretao se od 1 (ožujak, svibanj) do 10 % (veljača). Prosječni udio tijekom istraživanja iznosio je 6 %.

Udio harpaktikoida u ukupnoj populaciji kopepoda kretao se od 3 % (postaja P1, svibanj) do 23 % (postaja P4, siječanj). Prosječni udio harpaktikoida tijekom istraživanja u ukupnom uzorku kopepoda iznosio je 17 %.

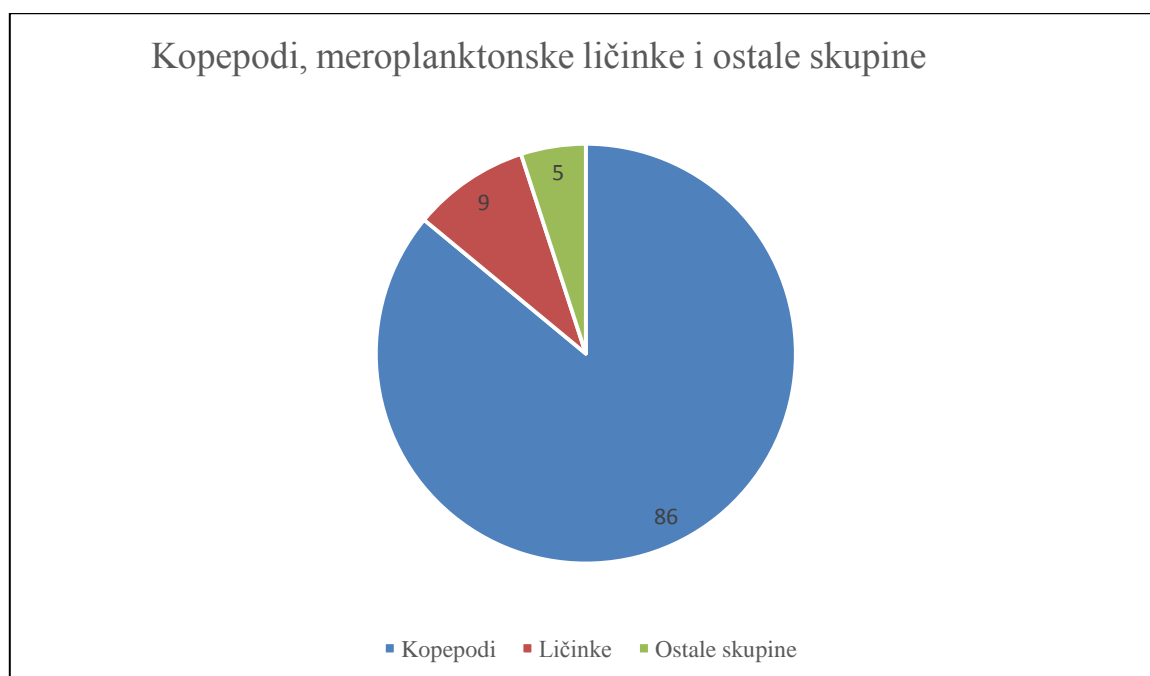
Sljedeća brojna skupina poslije kopepoda bile su ličinke poliheta. Najveći udio ove skupine bio je od siječnja do ožujka te se postupno smanjivao do svibnja. Najveći udio poliheta u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosio je 19 % u siječnju. U ostalim uzorcima udio se kretao od 1 do 19 %.

Veća brojnost apendikularija zabilježena je tijekom veljače i ožujka. U ukupnoj populaciji zooplanktona udio ove skupine iznosio je 1 %.

Treća skupina po brojnosti bili su hetognati. U najvećem broju zabilježeni su u travnju na postaji P1, s udjelom u ukupnoj populaciji zooplanktona od 3 %. U ostalim uzorcima, udio hetognata u ukupnoj populaciji zooplanktona kretao se od 1 do 3 % (Slika 12).



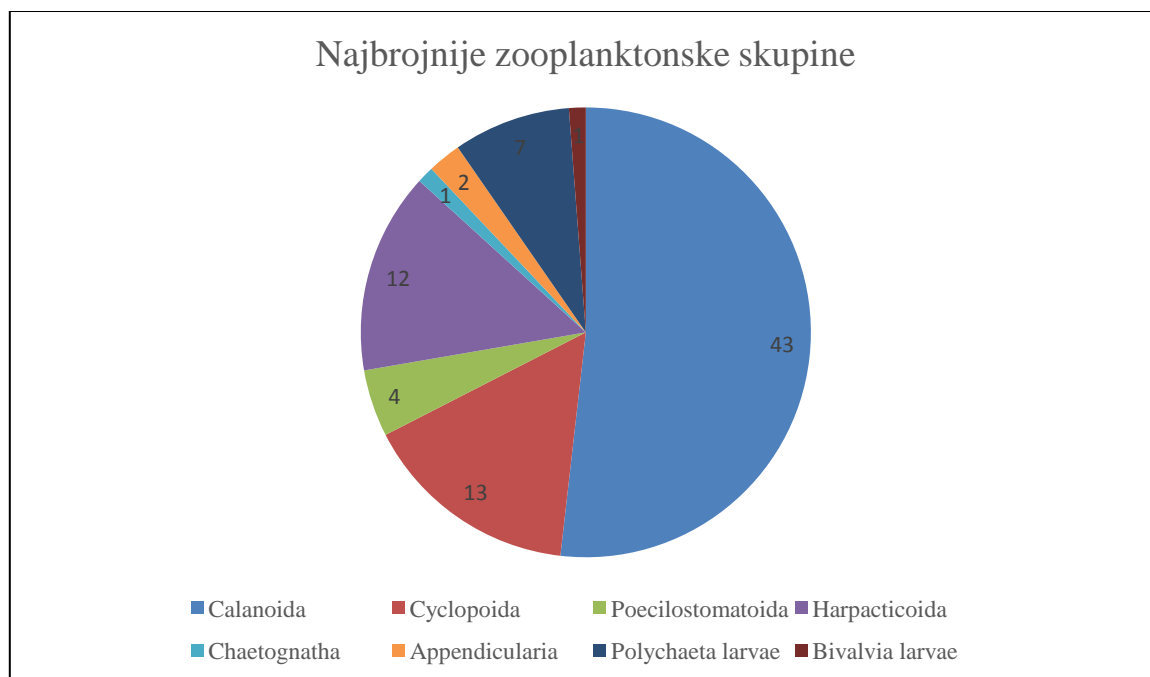
Slika 11. Udio redova kopepoda u ukupnoj populaciji zooplanktona na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.



Slika 12. Udio kopepoda, meroplanktonskih ličinki i ostalih skupina na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

Ličinke bivalvia, ukupno gledajući, nisu imale veliki udio u ukupnoj populaciji zooplanktona. U većoj brojnosti pojavljuju se u svibnju, a tijekom ostalih mjeseci nemaju značajniju gustoću. Udio u ukupnoj populaciji kretao se od 2 do 4 % (Slika 13).

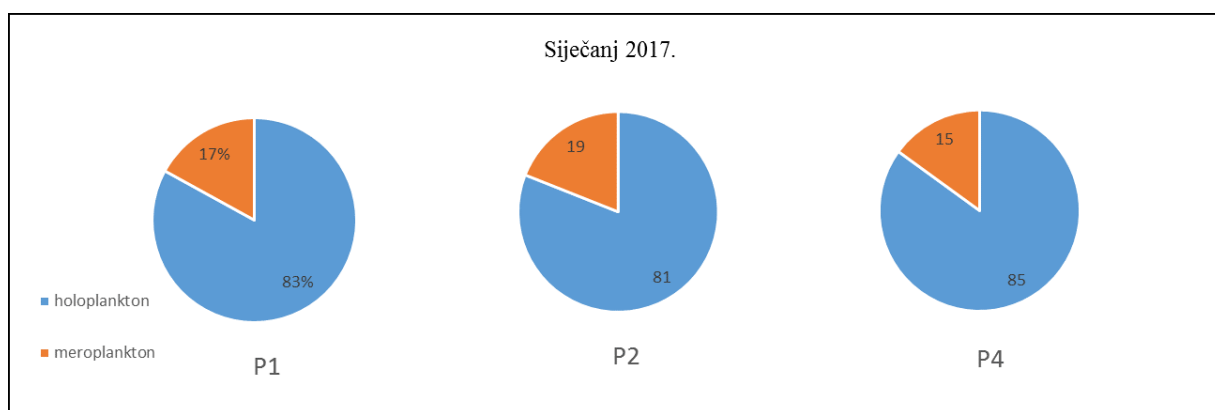
Udio ostalih skupina, ukupno gledajući, tijekom cijelog istraživanja nije prelazio 1 %. Ostale skupine nisu pronađene na svim uzorkovanim postajama svakog mjeseca.



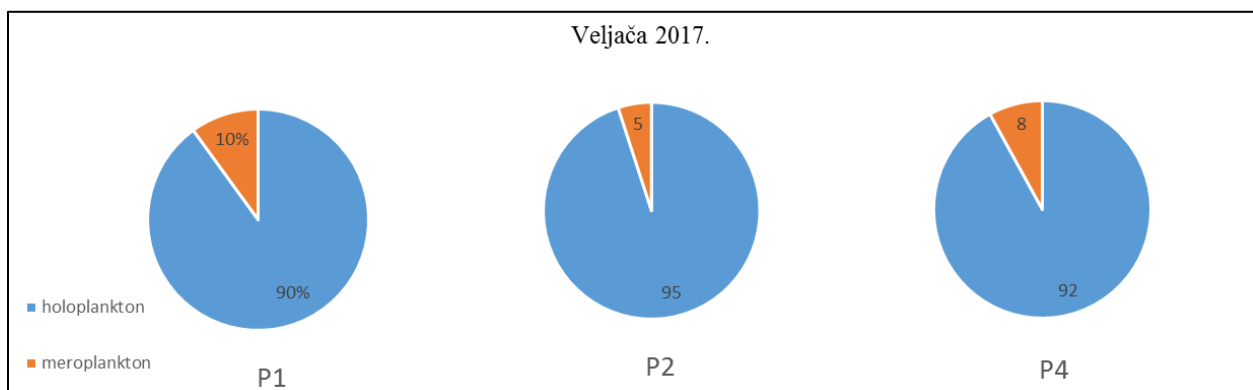
Slika 13. Udio najbrojnijih zooplanktonskih skupina na istraživanom području u razdoblju od siječnja do svibnja 2017.

3.4.1. Odnos holoplanktona i meroplanktona

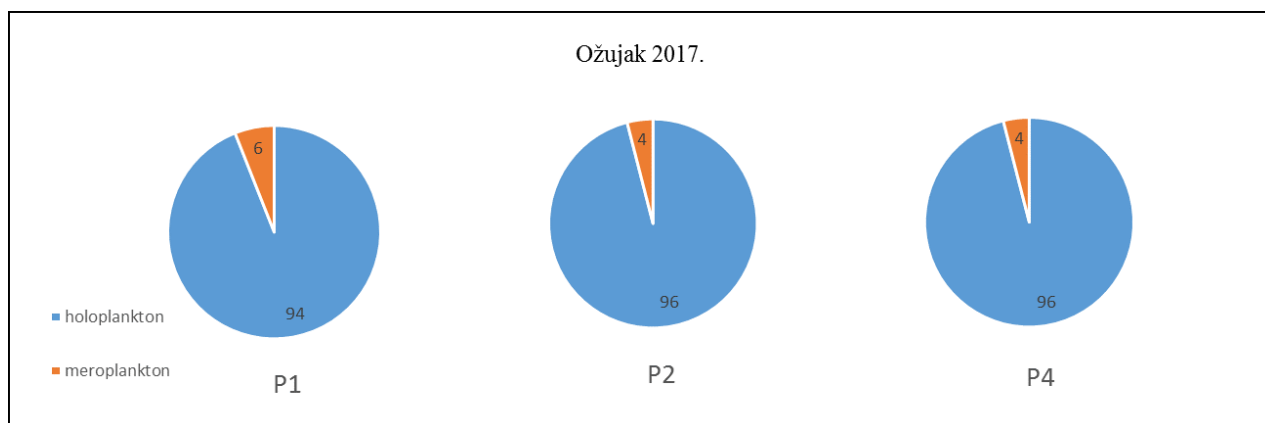
Tijekom ovog istraživanja meroplankton je bio manje zastupljen od holoplanktona u ukupnoj zooplanktonskoj populaciji (Slika 14, 15, 16, 17 18). Udio meroplanktona u ukupnoj populaciji zooplanktona tijekom petomjesečnog istraživanja iznosio je 22 %, a udio holoplanktona iznosio je 78 % u ukupnoj populaciji zooplanktona. Najmanji zabilježeni udio meroplanktona bio je 1 %, a najveći, 21 %, zabilježen u travnju na postaji P2. Najveći zabilježeni udio holoplanktona u ukupnom udjelu zooplanktonske populacije zabilježen je u ožujku na postaji P2 (75 %). Također, dosta visoki udjeli holoplanktona u ukupnoj zooplanktonskoj populaciji zabilježeni su i tijekom svibnja na postajama P2 i P4 (70 %).



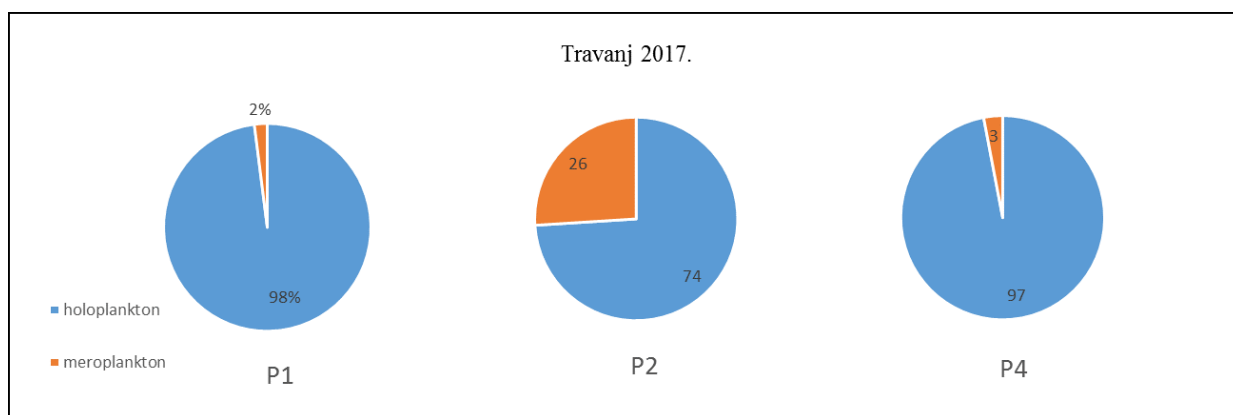
Slika 14. Udjeli holoplanktona i meroplanktona po postajama na istraživanom području u siječnju 2017.



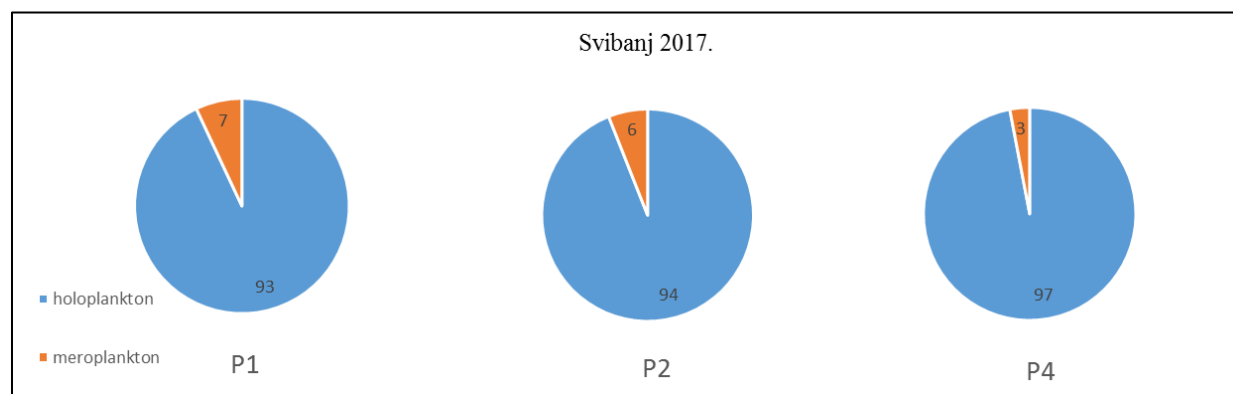
Slika 15. Udjeli holoplanktona i meroplanktona po postajama na istraživanom području u veljači 2017.



Slika 16. Udjeli holoplanktona i meroplanktona po postajama na istraživanom području u ožujku 2017.



Slika 17. Udjeli holoplanktona i meroplanktona po postajama na istraživnom području u travnju 2017.



Slika 18. Udjeli holoplanktona i meroplanktona po postajama na istraživanom području u svibnju 2017.

4. RASPRAVA

Morski obalni prostor je od velikog ekološkog i ekonomskog značaja. To su visoko varijabilni sustavi gdje promjene u cirkulaciji vode i kopneni utjecaji poput dotoka slatke vode, otpadnih voda, uzrokuju visoke vremenske varijabilnosti u mjerenjima, od satnog mjerenja pa do godišnjeg doba (Walh, 1988). Ovakva varijabilnost može se odraziti na dinamiku populacija, posebno planktonskih u obalnim ekosustavima. Takve varijabilnosti mogu sakriti osnovne sezonske obrasce u gustoći i biomasi populacija (Calabet i sur., 2001).

Mrežni zooplankton uzorkovan je jednom mjesečno na tri postaje (P1, P2 i P4) u Župskom zaljevu od siječnja do svibnja 2017. Zooplanktonska populacija pokazuje široke kvantitativne oscilacije. Gustoća ukupne zooplanktonske populacije iznosila je 18628 jed. m^{-3} , srednja vrijednost iznosila je 1242 ± 710 jed. m^{-3} . Najveća vrijednost gustoće populacije ukupnog zooplanktona tijekom petomjesečnog uzorkovanja zabilježena je u siječnju i iznosila je 5672 jed. m^{-3} . Sidoti i sur. (2001) također pronalaze u zimskom razdoblju najveću gustoću populacija kopepoda u sjevernom i srednjem Jadranu. Također visoka količina zabilježena je i u svibnju, a iznosila je 4671 jed. m^{-3} . Najmanje vrijednosti ukupnog zooplanktona zabilježene su u veljači (2927 jed. m^{-3}) i travnju (1638 jed. m^{-3}).

Najbrojnija planktonska skupina tijekom našeg istraživanja bili su kopepodi, prosječan udio ove skupine u ukupnoj populaciji zooplanktona bio je 73 %. Srednja gustoća kopepoda tijekom petomjesečnog uzorkovanja bila je 1065 ± 611 jed. m^{-3} . Slični rezultati zabilježeni su u sjevernom i srednjem Jadranu, gdje je srednja vrijednost kopepoda u iznosila 1242 ± 611 jed. m^{-3} (Sidoti i sur., 2001).

Dominantni red unutar skupine kopepoda bili su kalanoidi. Prosječan udio kalanoidnih račića u ukupnom broju kopepoda iznosio je 59 %. Najveća zabilježena gustoća populacije kalanoidnih račića iznosila je 1515 jed. m^{-3} u travnju. Tijekom četiri sezonska istraživanja zooplanktona u Župskom zaljevu 1983. i 1984. Rudenjak-Lukenda i sur. (1988) pronalaze najveću brojnost kalanoidnih kopepoda također u travnju s nešto manjim vrijednostima gustoće populacije. Rezultat sličan našem, s maksimumom u proljeće, zabilježili su i Mazzocchi i Ribera d'Alcala (1995) u Napuljskom zaljevu.

Kladocere su tijekom našeg istraživanja bile nabrojnije tijekom travnja i svibnja. Gustoća populacije kladocera u travnju na postaji P1 iznosila je 156 jed. m^{-3} , a u svibnju na

postaji P4 124 jed. m^{-3} . Ovi rezultai slažu se s rezultatima istraživanja zooplanktona Sidotija i sur. (2001) u sjevernom i srednjem Jadranu.

Apendikularije i četinočeljasti bili su najbrojniji tijekom kasnog proljeća (travanj, svibanj), što se slaže s rezultatima koje je dobio Sidoti i sur. (2001) u istraživanju zooplanktona u sjevernom i srednjem Jadranu te rezultatima Rudenjak-Lukenda i sur. (1988) u istraživanju zooplanktona 1983. i 1984. u Župskom zaljevu.

Tijekom istraživnog razdoblja holoplankton je bio brojnija skupina od meroplanktona. Udio holoplanktona u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosio je 78 %. Postotak udjela populacije meroplanktona u ukupnoj populaciji zooplanktona povećao se tijekom proljeća, uglavnom zbog povećanja gustoće populacija ličinki bivalvia i ličinki poliheta. Guglielmo i sur. (2013) su također pronašli veći broj meroplanktonskih skupina tijekom proljeća kada su zabilježeni maksimumi populacija ličinki bivalvia i ličinki poliheta, a to se pripisuje visokoj sezonskoj produktivnosti (Kuklinski i sur. 2013).

Najveće vrijednosti gustoće populacije ličinki ehinodermata zabilježene su tijekom travnja i svibnja, s maksimumom u svibnju na postaji P2 (42 jed. m^{-3}). U Južnoj Karolini u North Inlet estuariju također su zabilježene ličinke ehinodermata tijekom toplijih mjeseci, posebice tijekom ljetnog razdoblja (Lonsdale i Coull, 1977).

Ličinke poliheta bile su najbrojnija meroplanktonska skupina. Tijekom petomjesečnog uzorkovanja redovito su se pojavljivale u svim uzorcima. Najveća brojnost ličinki poliheta zabilježena je u siječnju na postaji P2 (462 jed. m^{-3}). Velike vrijednosti zadržale su se i tijekom veljače i ožujka, a pad brojnosti zabilježen je tijekom travnja te ponovni rast broja jedinki tijekom svibnja. Ukupni udio u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosio je 7 %. Tijekom istraživanja zooplanktona u North Inlet estuariju u Južnoj Karolini, Lonsdale i Coull (1977), zabilježili su tri sezonska maksimuma gustoće ličinki poliheta. Lonsdale i Coull zaključuju da je to posljedica različitih vremenskih mriješćenja najmanje tri vrste poliheta. Dva sezonska maksimuma podudaraju se s našim maksimumima zabilježenim tijekom zime, u siječnju, i tijekom proljeća, u ožujku, te ponovnim rastom u svibnju. Budući da je naše istraživanje trajalo od siječnja do svibnja, dva maksimuma se podudaraju s onima u estuariju u North Inlet tijekom zime i proljeća.

Odmah nakon ličinki poliheta, po brojnosti su slijedile ličinke školjkaša. Ličinke su se redovito pojavljivale u svim uzorcima. Najveća gustoća ličinki školjkaša zabilježena je u

svibnju na postaji P1, a iznosila je 64 jed. m^{-3} . Najveći udio u ukupnoj populaciji zooplanktona također je zabilježen u kasno proljeće, a iznosio je 21 %. Guglielmo i sur. (2013) u istraživanju zooplanktonske populacije južnog Jadrana pronalaze najveće gustoće ličinki školjkaša tijekom ljetnog razdoblja. Također tijekom 4 sezonska istraživanja zooplanktona u Župskom zaljevu, Lukenda–Rudenjak (1998) pronalaze najveću brojnost ličinki školjkaša s nešto manjim vrijednostima gustoće populacije tijekom toplijeg razdoblja (travanj).

Ostale zooplanktonske skupine, hidromeduze, sifonofore, pretopodi, ostrakodi, eufazidi, doliolide, salpe, ličinke gastropoda, ličinke dekapoda i riblja jaja tijekom cijelog istraživanja u Župaskom zaljevu imale su udio u ukupnoj populaciji zooplanktona manji od 1 %, što se podudara s rezultatima istraživanja zooplanktonske populacije Vukanić i sur. (2016) u zaljevu Boke Kotorske.

5. ZAKLJUČAK

Tijekom siječnja i svibnja 2017. zabilježene su najveće vrijednosti ukupne populacije zooplanktona u Župskom zaljevu. U siječnju je najveća vrijednost zabilježena na postaji P2 (2436 jed. m^{-3}), a u svibnju na postaji P4 (1968 jed. m^{-3}). Najmanja gustoća populacije zooplanktona zabilježena je u travnju i iznosila je 94 jed. m^{-3} .

Najbrojnija skupina u ukupnoj populaciji zooplanktona bili su kopepodi. Kopepodi su bili dominantna zooplanktonska skupina na svim postajama tijekom petomjesečnog uzorkovanja (siječanj - svibanj 2017.). Ukupni udio kopepoda u ukupnom zooplanktonskom uzorku iznosio je 73 %. Na postaji P1 u siječnju zabilježena je najveća vrijednost kopepoda u ukupnom zooplanktonskom uzorku (1865 jed. m^{-3}). Odmah nakon siječnja, po brojnosti bio je svibanj s ukupnim brojem od 1726 jed. m^{-3} .

Najbrojniji red kopepoda bili su kalanoidi. Njihov ukupni udio među kopepodima tijekom istraživanja iznosio je 59 %. Udio ciklopoida u ukupnoj populaciji kopepoda iznosio je 18 %. Treći po brojnosti bili su harpaktikoidi, s udjelom u ukupnoj populaciji kopepoda od 17 %. Tijekom istraživanja, red poecilostomatoida je imao najmanji udio u ukupnoj populaciji kopepoda (6 %).

Od meroplanktonskih ličinki dominirale su ličinke bivalvia i ličinke poliheta. Ličinke poliheta zabilježene su u svim uzorcima svib pet mjeseci uzorkovanja (siječanj - svibanj) s maksimumom u siječnju (462 jed. m^{-3}). Maksimum ličinki bivalvia, također prisutnih tijekom cijelog razdoblja, zabilježen je u svibnju (54 jed. m^{-3}).

Holoplankton je dominirao tijekom cijelog istraživanja. Meroplankton je bio manje brojna skupina tijekom istraživanja. Udio holoplanktona u ukupnoj populaciji zooplanktona iznosio je 78 %. Postotak udjela populacije meroplanktona u ukupnoj populaciji zooplanktona povećao se tijekom proljeća zbog povećanja gustoće populacija ličinki bivalvia i ličinki poliheta.

6. LITERATURA

- Amaral, A., C., Z., Nonato, E., F., Petti, M., A. 1994. Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some Brazilian fishes. *Mem. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 162: 331 – 337.
- Barnes, R., D. 1982. *Invertebrate Zoology*. Philadelphia, PA: Holt-Saunders International. pp. 1046–1050.
- Bone, Q., 1998. *The Biology of Pelagic Tunicates*. Oxford University Press, Oxford, pp. 340.
- Bone, Q., Kapp, H., Pierrot-Bults, A. C., eds. 1991. *The Biology of Chaetognaths*. London: Oxford University Press., pp. 173.
- Bouchet, P., Rocroi, J.-P. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. *Malacologia: International Journal of Malacology*, 47(1-2). ConchBooks: Hackenheim, Germany. pp. 397.
- Bouillon, J., Gravili, C., Pagès, F., Gili, J.-M., Boero, F. 2006. An introduction to Hydrozoa. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 194. Muséum national d'Histoire naturelle: Paris, France, 591.
- Boxhall, G. A., Defaye, D. 2008.. *Freshwater Animal Diversity Assessment*. Balian; E. V., C. Lévêque; H. Segers; K. Martens (eds.) *Hydrobiologia*. 595 (1): 195–207.
- Brinton, E. 1962. The distribution of Pacific euphausiids. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.* 8 (2): 51–270.
- Buckland- Nicks, J., Gibson, G., Koss, R., 2002. Phylum Mollusca: Polyplacophora, Aplacophora, Schapopoda. In *Atlas of marine Invertebrate Larvae*, Edited by C. M. Young., San Diego, San Francisco: Academic Pres., 245 – 259.
- Calabet, A., Garrido, S., Saiz E., Alcaraz, M., Duarte, C., M. 2001. Annual zooplankton succession in coastal NW Mediterranean waters: the importance of the smaller size fractions. *Journal of Plankton Research*, 23, 319-331.

- D'Amato, M., E. I. Harkins, G. W., De Oliveira T., Teske P. R., Gibbons M. J. 2008. Molecular dating and biogeography of the neritic krill *Nyctiphanes*. *Marine Biology*, 155(2): 243-247.
- De Grave, S. N., Pentcheff, D., Ahyong, S., T. 2009. A classification of living and fossil genera of decapod crustaceans. *Raffles Bulletin of Zoology. Suppl.* 21: 1–109.
- Decaestecker, E., De Meester, L., Mergaey, J., 2009. "Cyclical parthenogenesis in *Daphnia*: sexual versus asexual reproduction". In Isa Schön; Koen Martens; Peter van Dijk. *Lost Sex: The Evolutionary Biology of Parthenogenesis*. Springer., 295–316.
- Denton, B. 2007. "Branchiopoda". In Sol Felyt Light; James T. Carlton. *The Light and Smith Manual: Intertidal Invertebrates from Central California to Oregon* (4th ed.). University of California Press., 414–417.
- Dürbaum, J., Künnemann, T. 1997. *Biology of Copepods: An Introduction*. Carl von Ossietzky University of Oldenburg. Archived from the original on May 26, 2010. Retrieved December 8, 2009., pp. 114-118
- Forró, L., Korovchinsky, N. M., Kotov, A. A., Petrusek, A., 2008. Estelle V., Lévêque Balian Christian, Segers Hendrik, Martens Koen , eds. "Freshwater Animal Diversity Assessment". *Hydrobiologia. Developments in Hydrobiology* 198. 595 (1): 177–184.
- Fortey, R., A., Thomas, R., H. 1998. *Arthropod Relationships*. Chapman & Hall, London pp.305-315.
- Glasby, C., Tarmo, T. 2008. Balian, E., V., Lévêque, C., Segers, H., Martens, K. eds. "Freshwater Animal Diversity Assessment". *Hydrobiologia*. 595 (1): 107–115.
- Graemea, C., Haysa, A., Robinson, C. 2005. *Trends in Ecology and Evolution*, 20(6): 337-344
- Guglielmo, L., Zagami, G., Granata, A., Minutoli, R., Hajderi, E. 2013. Fall and spring zooplankton community structures in the Southern Adriatic Sea: A preliminary survey for WP3 and WP11 activities (COCONET project). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 40.
- Hinde, R., T. 1998. *The Cnidaria and Ctenophora*. In Anderson, D.T. *Invertebrate Zoology*. Oxford University Press. 28–57.

- Honkoop, P. J. C.; Van der Meer, J.; Beukema, J. J.; Kwast, D. (1999). "Reproductive investment in the intertidal bivalve *Macoma balthica*", *Journal of Sea Research*. 41(3): 203–212.
- Humes, A. G., 1994. How many copepods?. *Hydrobiologia* 292/293: 1-7.
- Jordan, C., E. 1992. A model of rapid-start swimming at intermediate Reynolds number: undulatory locomotion in the chaetognath *Sagitta elegans*. *Journal of Experimental Biology*. 163 (1): 119–137.
- Keister, J., E., Bonnet, D., Chiba, S., Johnson, C. L., Mackas, D. L., Escribano, R. 2012. Zooplankton population connections, community dynamics, and climate variability. – *ICES Journal of Marine Science*, 69: 347–350.
- Kuklinski, P., Berge, J., McFadden, L., Dmoch, K., Zajackowski, M., Nygard, H., Piwosz, K., Tatarek, A. 2013. Seasonality of occurrence and recruitment of Arctic marine benthic invertebrate larvae in relation to environmental variables. *Polar Biol*, 36:549–560.
- Lalli, C., Parsons, T. 1993. *Biological Oceanography: An Introduction*. Butterworth-Heinemann, University of British Columbia, Vancouver, Canada ELSEVIER, pp. 320.
- Larry R McEdward, L., R., Miner, B., M. 2001. Larval and life-cycle patterns in echinoderms, *Canadian Journal of Zoology*, 2001, 79(7): 1125-1170.
- Lonsdale, D., J., Coull, B., C. 1977. Composition and seasonality of zooplankton of North Inlet, South Carolina. *Chesapeake Science*, 18(3): 272-283.
- Mazzocchi, M., G., Riberad'Alcala, M. 1995. Recurrent patterns in zooplankton structure and succession in a variable coastal environment. *ICES Journal of Marine Science*, 52(3-4): 679-691.
- Mehrotra, R., Scott, C., M., Hoeksema, B., W. 2015. A large gape facilitates predation on salps by *Heteropsammia* corals. *Marine Biodiversity*. 46: 323–324
- Nicol, S., Endo, Y. 1999. Krill fisheries: Development, management and ecosystem implications. *Aquatic Living Resources*. 12(2): 105–120.

- Pond, D., W., Tarling, G., A. 2011. Phase transitions of wax esters adjust buoyancy in diapausing *Calanoides acutus*. *Limnology and Oceanography*. 56(4): 1310–1318.
- Pond, D., W., Tarling, G., A. 2011. Copepods share "diver's weight belt" technique with whales. British Antarctic Survey. Retrieved November 20, 2012.
- Robison, B., H., Reisenbichler, K., R., Sherlock R., E. 2005. Giant Larvacean Houses: Rapid Carbon Transport to the Deep Sea Floor. *Science*. 308(5758): 1609–1611
- Ross, R., M., Quetin, L., B. 1986. How productive are Antarctic krill?. *BioScience*. 36(4): 264–269.
- Rudenjal-Lukenda, M., Lučić, D., Viličić, D., Onofri, V., Jasprica, N., Benović, A. 1988. An investigation of plankton communities in the Župa Dubrovačka Bay (1983-1984). Mediterranean Action Plan Technical Reports Series No. 22, UNEP Athens, 121-141.
- Ruppert, E., E., Fox, R., S., Barnes, R., D. 2004. *Invertebrate Zoology*, 7th edition. Cengage Learning. 940–956.
- Ruppert, E., E., Fox, R., S., Barnes, R., D. 2004. *Invertebrate Zoology* (7 ed.). Brooks / Cole. 111–124.
- Yamaguchi, S., Endo, K. 2003. Molecular phylogeny of Ostracoda (Crustacea) inferred from 18S ribosomal DNA sequences: implication for its origin and diversification. *Marine Biology*. 143 (1): 23–38.
- Sidoti, O., Zagami, A., Granata, G., Brancato, L., Guglielmo, L., Campolmi M., 2001. Distribution and Ecology of Mesozooplankton in the Northern and Central Adriatic Sea. *In*: Faranda, F. M., Guglielmo, G., Spezie, G. (Eds.), *Mediterranean Ecosystems: Structures and Processes*. Springer-Verlag, Italia, 181-190.
- Siegel, V. 2011. V. Siegel, eds. *Euphausiidae Dana, 1852*. World Euphausiacea database. World Register of Marine Species. Retrieved November 25, 2011.
- Smith, D., G., Work, K. 2001. Cladoceran Branchiopoda (water fleas). *In*: Smith Douglas Grant (Ed.). *Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea* (4th ed.). John Wiley and Sons, 453–488.

- Suh, H., L., Shim, J., D., Choi, s., D. 1992. Four Species of Copepoda (Poecilostomatoida) Parasitic on Marine Fishes of Korea. Bulletin of the Korean Fisheries Society. 25 (4): 291–300.
- Terazaki, M. 1996. Feeding of Carnivorous Zooplankton, Chaetognaths in the Pacific. In: Dynamics and Characterization of Marine Organic Matter. Handa, N., Tanoue, E., Hama. T. (eds.), 257-276.
- Thuesen, E., V. 1991, The Tetrodotoxin Venom of Chaetognaths, 55–60.
- Vukanić, V., Vukanić, D., Živić, N. D., Jakšić, T., Čanak S. 2016. Hydrographic Characteristics and Plankton Structure of the Southeastern Part of the Southern Adriatic Sea. Water Research and Management, Vol. 6, No. 4 pages 45-53.
- Walsh, J., J. 1988. On the Nature of Continental Shelves. Academic. Press. London. pp. 520
- Webb, J. 1979. A reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustacea: Branchiopoda). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen. 158 (2): 259–275.
- Zhang, Z.-Q. 2011. Animal biodiversity: An introduction to higher-level classification and taxonomic richness. Zootaxa. 3148: 7–12.

Internetski izvori:

URL: <http://www.enciklopedija.hr/> (preuzeto: 13. 8. 2107.)

URL: <http://www.map.com.hr/zupski-zaljev> (preuzeto 13. 8. 2017.)

URL: <http://zupa-dubrovacka.hr/> (Prostorni plan uređenja- Općina Župa dubrovačka)(preuzeto 5. 8. 2017.)

URL: <http://www.enciklopedija.hr> (Župski zaljev) (preuzeto 5. 8. 2017.)

IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam diplomski rad izradila samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora doc. dr. sc. Josipa Mikuša.

Antonela Žile

Potpis
